Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002746

International filing date: 21 February 2005 (21.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-304876
Filing date: 19 October 2004 (19.10.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)

World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP2005/002746

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

22.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: ２００４年１０月１９日

出願番号
Application Number: 特願２００４－３０４８７６

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００４－３０４８７６]

出願人
Applicant(s): 株式会社インテリジェント・コスモス研究機構

２００５年　３月３１日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川洋

出証番号　出証特２００５－３０２９０４

【書類名】　特許願
【整理番号】　2004C001A
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　H04B　1/00
【発明者】
　【住所又は居所】　宮城県仙台市青葉区上愛子字街道５９－４９
　【氏名】　北吉　均
【発明者】
　【住所又は居所】　宮城県仙台市青葉区八幡４丁目２－３１
　【氏名】　澤谷　邦男
【特許出願人】
　【識別番号】　503066952
　【氏名又は名称】　株式会社インテリジェント・コスモス研究機構
【代理人】
　【識別番号】　100088096
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　福森　久夫
　【電話番号】　03-3261-0690
【先の出願に基づく優先権主張】
　【出願番号】　特願2004- 54933
　【出願日】　平成16年 2月27日
【手数料の表示】
　【予納台帳番号】　007467
　【納付金額】　16,000円
【提出物件の目録】
　【物件名】　特許請求の範囲　1
　【物件名】　明細書　1
　【物件名】　図面　1
　【物件名】　要約書　1
　【包括委任状番号】　0402356

【書類名】特許請求の範囲
【請求項１】
２分割マイクロストリップアンテナと、
スタブ共振によるインピーダンス変換ＲＦ昇圧方式とラダー昇圧整流方式を組み合わせた受電力回路および応答サブキャリア信号を発生するためのローカル発振回路を有するＲＦＩＤタグ装置であって、
　前記２分割マイクロストリップアンテナにおいて分割位置がストリップ導体の長さ中心点から少しずれていることを特徴とするＲＦＩＤタグ装置。
【請求項２】
変調方式に受動ＱＰＳＫ変調方式を用いることができるＲＦＩＤタグであることを特徴とする請求項１記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項３】
前記２分割マイクロストリップアンテナにおいてインピーダンス変調素子がストリップ導体幅方向の両端にそれぞれ分割導体を連絡するように接続されていることを特徴とする請求項１、２記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項４】
前記インピーダンス変調素子がＰＩＮダイオード又はバラクタダイオードであることを特徴とする請求項３記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項５】
前記インピーダンス変調素子がダイオードでなくトランジスタを用いた電圧又は電流制御の３端子素子であることを特徴とする請求項３に記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項６】
前記受電力回路とアンテナ給電点の接続に１ｐＦ／ＧＨｚ以下の極めて小さい容量を用いて高インピーダンス容量性給電を行なうことを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項７】
前記受電力回路のスタブ共振器とラダー昇圧整流回路の容量性負荷インピーダンスを並列共振させ、さらに前記容量性給電インピーダンスを直列共振させることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項８】
前記受電力回路のラダー昇圧整流回路でコンデンサの縦接続をＧＮＤ側柱と受電側柱とみなし、ＧＮＤ側柱に対して受電側柱のコンデンサ容量を小さくし、かつ第一番目のＧＮＤ－受電点間ダイオードを取り除き、かつ、直流ショートで高周波高インピーダンス受電を可能としたことを特徴とする請求項１～７のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項９】
前記受動ＱＰＳＫ変調方式で１／４分周器、シフトレジスタ、データセレクタのロジック回路を利用することを特徴とする請求項２～８のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項１０】
分周器を１／Ｍ、シフトレジスタをＭ段、データセレクタをＭ入力とすることでＭＰＳＫ変調とした事を特徴とする請求項９記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項１１】
前記受動ＱＰＳＫ変調方式で応答情報を２ｂｉｔ単位でメモリに記録することを特徴とする請求項２～９のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項１２】
前記受動ＱＰＳＫ変調方式で出力可能信号を得るための出力タイミング発生回路を有することを特徴とする請求項２～９、１１のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項１３】
前記出力タイミング発生回路で電源電圧の大きさとクロック信号によってランダムな遅延時間を有する一定幅、一定フレーム周期のパルス列を発生させることを特徴とする請求項１２記載のＲＦＩＤタグ装置。

【請求項１４】
前記応答サブキャリア信号を発生させるためのローカル発振回路に温度センサ水晶発振機等のトランスデューサを用いることで、外部からその発振周波数を読み取ることのできるセンサ機能を併用する請求項１～１３のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置。
【請求項１５】
請求項～１４のいずれか１項に記載のＲＦＩＤ装置と１以上の親機（質問器）で構成されるシステムにおいて、各ＲＦＩＤタグ装置と各質問器を連絡する電波伝搬経路中に障害物の有無を各ＲＦＩＤタグと各質問器間の通信の有無によって判断することを特徴とするＲＦＩＤタグを持たない移動体の位置検出方法。
【請求項１６】
前記ＲＦＩＤタグを持たない移動体の位置検出方法において、各ＲＦＩＤタグの応答サブキャリア発生のためのローカル発振周波数および応答タイミングと質問器から出力する質問電波の周波数および質問電波の発生タイミングの組み合わせによって各ＲＦＩＤタグと各質問器間に存在する複数の電波伝搬経路を区別することを特徴とする請求項１５記載の位置検出方法。
【請求項１７】
請求項１～１４のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置に対して２以上の受信専用または送受信兼用アンテナを有する質問器から２周波数以上の電波を送信し、その応答信号における受信アンテナ間の位相差（遅延時間差）を利用してＲＦＩＤタグの位置を最尤判定することを特徴とするＲＦＩＤタグを持つ移動体の位置検出方法。
【請求項１８】
３次元でのＲＦＩＤタグ位置判定を可能とするために４以上の受信専用または送受信兼用アンテナを有する質問機器を用い、前記２周波数以上で観測した４組以上の周波数応答から各電波伝搬経路における群遅延時間を求め、その内の少なくとも１つを基準として遅延時間の差を得ることによって共通測距オフセット量を除去することを特徴とする請求項１７記載のＲＦＩＤタグを持つ移動体の位置検出方法。
【請求項１９】
請求項１～１４のいずれか１項記載のＲＦＩＤタグ装置において、その通信可能距離をより拡大するためにタグアンテナを２以上としたことを特徴とするＲＦＩＤタグ装置。
【請求項２０】
請求項１９記載のＲＦＩＤタグ装置において、応答サブキャリア信号を発生させるための各タグアンテナに与えるローカル発振信号の位相を周期的に変化させることによって合成される強い応答サブキャリア電波の指向性を周期的に変化させ、これによって強い応答電波を広い範囲の質問器へ向かって返送することを特徴とする通信方法。

【書類名】明細書
【発明の名称】ＲＦＩＤタグ装置
【技術分野】
【０００１】
本発明はＲＦＩＤタグ装置に係り、詳細にはループアンテナやダイポールアンテナを用いて受動変調でありながら、例えばＱＰＳＫ変調などで無線通信を行うことも可能なＲＦＩＤタグ装置に係る。
【背景技術】
【０００２】
【特許文献１】特開平１０－２２４２６２号公報「無線周波数識別通信システムのタグ」　物品や人、自動車や道路標識などに取り付けて、又は所持して、質問器（リーダ・ライタ）からの電波に応答することによって個体情報や位置の情報を質問器に知らせる移動体識別用無線設備としてＲＦＩＤというものがある。
【０００３】
このＲＦＩＤは、バーコードの代替としてだけでなく、全く新しい未来のネットワーク社会のインストラクチャーを実現する要素技術になると考えられる。現時点では、数十ｃｍ以内の比較的近距離で通信を行なうＲＦＩＤの研究開発が主に進められているが、１０ｍ程度の比較的遠方からも通信が可能な小型ＲＦＩＤタグが安価に実現できれば、その応用範囲はさらに広がると考えられる。
【０００４】
例えば、物品や人、自動車や道路標識などに取り付けて移動体が１０ｍ程度先からその個体情報や位置の情報を読みとることによって容易に安全、便利を享受することができる。
【０００５】
上述の特許文献１は従来の受動型ＲＦＩＤタグ装置が記載されている。これによれば、従来の受動型ＲＦＩＤタグ装置は図１に示す基本構成からなるため、以下の理由により通信可能距離が短いという問題があった。
（１）アンテナ給電点・ＧＮＤ間のインピーダンスZ_Vを規則的に変化させて入射電波の反射・吸収を繰り返すことで応答信号を作っている為に送信出力（変換効率）が低く、かつ給電点・ＧＮＤ間に負荷インピーダンスZ_Vが入り、大きな受信電力の損失を生じる。
（２）アンテナ給電点で受信したＲＦ信号をそのままダイオード整流して制御回路の電源電圧を作っている為に出力電圧が低い。
（３）サブキャリア変調方式としてＡＳＫ又はＢＰＳＫを用いている為に送信電力当たりの送信可能な情報量が少ない。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
本発明では、図２に示す構成によって上記従来技術の欠点を克服し、通信距離を従来方式の数倍以上に拡大することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記課題を解決するため本発明の要点は、以下に示すとおりである。
【０００８】
従来方式が平衡給電・平衡変調（アンテナ動作に対して２端子回路）であるのに対して、本発明の方法は、不平衡給電、平衡変調（アンテナ動作に対して３端子回路）とし、従来方式が受信したＲＦ信号の単純整流であるのに対して、本発明の方法では、スタブ共振によるインピーダンス変換昇圧方式とラダー昇圧方式を組み合わせた回路を採用し、従来方式がＡＳＫ又はＢＰＳＫ変調であるのに対して、受動変調でありながらＱＰＳＫ変調回路を採用した。
【０００９】

すなわち、本発明のＲＦＩＤタグ装置は、２分割マイクロストリップアンテナと、スタブ共振によるインピーダンス変換ＲＦ昇圧方式とラダー昇圧整流方式を組み合わせた受電力回路および応答サブキャリア信号を発生するためのローカル発振回路を有するＲＦＩＤタグ装置であって、

前記２分割マイクロストリップアンテナにおいて分割位置がストリップ導体の長さ中心点から少しずれていることを特徴とするＲＦＩＤタグ装置。

本発明においては、変調方式に受動ＱＰＳＫ変調方式を用いることもできる。

【００１０】

また本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記２分割マイクロストリップアンテナにおいてインピーダンス変調素子がストリップ導体幅方向の両端にそれぞれ分割導体を連絡するように接続されていることが好ましい。

前記インピーダンス変調素子は、ＰＩＮダイオード又はバラクタダイオードが好ましい。また、ダイオードでなくトランジスタを用いた電圧又は電流制御の３端子素子も好ましい。

【００１１】

さらに本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記受電力回路とアンテナ給電点の接続に極めて小さい容量（１ｐＦ／ＧＨｚ以下）を用いて高インピーダンス容量性給電を行うことが好ましい。なお、アンテナの給電点の位置はアンテナの受電効率を最大化するために２分割マイクロストリップアンテナの分割点に一致させない場合もある。

【００１２】

また本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記受電力回路のスタブ共振器とラダー昇圧整流回路の容量性負荷インピーダンスを並列共振させ、さらに前記容量性給電インピーダンスを直列共振させることが好ましい。

【００１３】

さらに本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記受電力回路のラダー昇圧整流回路でコンデンサの縦接続をＧＮＤ側柱と受電側柱とみなし、ＧＮＤ側柱に対して受電側柱のコンデンサ容量を小さくし、かつ第一番目のＧＮＤ－受電点間ダイオードを取り除き、かつ、直流ショートで高周波高インピーダンス受電を可能としたことが好ましい。

【００１４】

また本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記受動ＱＰＳＫ変調方式で１／４分周器、シフトレジスタ、データセレクタのロジック回路を利用することが好ましく、分周器を１／Ｍ、シフトレジスタをＭ段、データセレクタをＭ入力とすることでＭＰＳＫ変調とすることが好ましい。

【００１５】

さらに本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記受動ＱＰＳＫ変調方式で応答情報を２bit単位でメモリに記録することが好ましい。

【００１６】

また本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記受動ＱＰＳＫ変調方式で出力可能信号を得るための出力タイミング発生回路を有することが好ましく、前記出力タイミング発生回路で電源電圧の大きさとクロック信号によってランダムな遅延時間を有する一定幅、一定フレーム周期のパルス列を発生させることが好ましい。

【００１７】

本発明のＲＦＩＤタグ装置は、前記応答サブキャリア信号を発生させるためのローカル発振回路に温度センサ水晶発振機等のトランスデューサを用いることで、外部からその発振周波数を読み取ることのできるセンサ機能を併用することが好ましい。

本発明のＲＦＩＤタグを持たない移動体の位置検出方法は、前記ＲＦＩＤ装置と１以上の親機（質問器）で構成されるシステムにおいて、各ＲＦＩＤタグ装置と各質問器を連絡する電波伝搬経路中に障害物の有無を各ＲＦＩＤタグと各質問器間の通信の有無によって判断することを特徴とする。

【００１８】

前記ＲＦＩＤタグを持たない移動体の位置検出方法において、各ＲＦＩＤタグの応答サブキャリア発生のためのローカル発振周波数および応答タイミングと質問器から出力する質問電波の周波数および質問電波の発生タイミングの組み合わせによって各ＲＦＩＤタグと各質問器間に存在する複数の電波伝搬経路を区別することが好ましい。

本発明のＲＦＩＤタグを持つ移動体の位置検出方法は、前記ＲＦＩＤタグ装置に対して２以上の受信専用または送受信兼用アンテナを有する質問器から２周波数以上の電波を送信し、その応答信号における受信アンテナ間の位相差（遅延時間差）を利用してＲＦＩＤタグの位置を最尤判定することを特徴とする。

【００１９】

前記ＲＦＩＤタグを持つ移動体の位置検出方法において、３次元でのＲＦＩＤタグ位置判定を可能とするために４以上の受信専用または送受信兼用アンテナを有する質問機器を用いる場合において、前記２周波数以上で観測した４組以上の周波数応答から各電波伝搬経路における群遅延時間を求め、その内の少なくとも１つを基準として遅延時間の差を得ることによって共通測距オフセット量を除去することが好ましい。

本発明のＲＦＩＤタグ装置において、その通信可能距離をより拡大するためにタグアンテナを２以上とすることが好ましい。

【００２０】

本発明の通信方法は、前記ＲＦＩＤタグ装置において、応答サブキャリア信号を発生させるための各タグアンテナに与えるローカル発振信号の位相を周期的に変化させることによって合成される強い応答サブキャリア電波の指向性を周期的に変化させ、これによって強い応答電波を広い範囲の質問器へ向かって返送することを特徴とする。

【発明の効果】

【００２１】

これらの構成を採用したことによって、以下のような顕著な効果を奏することが出来るようになる。

【００２２】

不平衡給電、平衡変調（アンテナ動作に対して３端子回路）としたことによりアンテナの受信効率を最大化する効果を奏することができる。

【００２３】

また、スタブ共振によるインピーダンス変換昇圧方式とラダー昇圧方式を組み合わせた回路を採用することにより、従来方式の５倍以上の受信電圧を得ることができる。

【００２４】

さらに、受動変調でありながらＱＰＳＫ変調回路を採用することにより単位電力当たり従来比２倍の情報送信が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

次に本発明に係る、実施の形態について説明する。

本発明において、２分割マイクロストリップアンテナにおいて分割位置がストリップ導体の長さ中心点から少しずれている。

ここで、中心点をストリップ導体長さに対して５０％としたとき、分割位置は５５％～８０％が好ましい。

【００２６】

分割位置が５５％では、変調効率（返信信号のレベル）が最大となる。しかし、受電効率に及ぼす可変インピーダンス素子の抵抗分の影響が大きくなる。

一方、分割位置が８０％では、変調効率が低くなるが受電効率に及ぼす可変インピーダンス素子の抵抗分の影響が小さくてすむ。

【００２７】

以上、可変インピーダンス素子の抵抗が小さい場合は分割位置５５％程度とし、可変インピーダンス素子の抵抗が比較的大きい場合は分割位置をもっと大きく中心からずらした方が好ましい。

【実施例１】

【００２８】

図３に本発明のＲＦＩＤタグ装置の基本構成を示す。この図において、ＲＦＩＤタグ装置のアンテナは、地板導体・絶縁層・２分割ストリップ導体から成る。この図に示すＲＦＩＤタグ装置は、２．４５ＧＨｚ帯用で記載した寸法の単位はすべてｍｍである。また、２分割ストリップ導体の分割点は長さ方向の等分割より少しずれており、この特徴によりアンテナの受信効率を最大化する効果がある。

【００２９】

図４に図３で示した制御回路チップの内容と２分割ストリップ導体と制御回路の接続の様子を示す。

【００３０】

図４で制御回路チップとアンテナ間はＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆの６点で接続されている。Ａ－Ｂ間及びＤ－Ｅ間にはインピーダンス変調用のＰＩＮダイオードＤ７及びＤ８が接続され、Ｃ－Ｆ間はアンテナの給電点になる。ここでＣ点はストリップ導体幅の中心点から少しずれており、この特徴によりアンテナの受信効率を最大化する効果がある。またＦ点は地板導体とスルーホールで接続される。

【００３１】

図４の電源回路の動作原理を図５に示す。図５（ａ）はコッククロフト・ウォルトン回路と呼ばれる昇圧整流回路であり、複数の整流ダイオードとコンデンサをラダー接続することによって振幅V_iの正弦値信号をV_iより高い直流電圧Ｋ（$V_i - 1_j$）［Ｋはラダー段数、1_jはダイオードの順方向降下電圧］に整流出力することができる。ただし、図１０、図１１に示すとおりこの回路を高周波帯（例えば２．４５ＧＨｚ）で使用しようとした場合、各ダイオードの接合容量が入力負荷になるため、入力インピーダンスが非常に低くなり出力電圧が低下する欠点がある。

【００３２】

図５（ｂ）は、本発明の昇圧整流回路の動作原理図である。Ｎλｇ／４ショートスタブ（λｇは伝送路の実効波長－Ｎは奇数で１または３を用いる）はλｇ付近の入力信号に対して高周波帯において高いＱ値を有するインダクタンス等価インピーダンスを示す。図５（ｂ）のラダー昇圧部が容量性負荷であっても並列共振動作してインダクティブインピーダンスを保つことができる。一方、図５（ｂ）のタンク回路昇圧部では前記インダクティブインピーダンスとキャパシティブ給電インピーダンスが直列共振動作することによってＧ－Ｆ間に

$V_L = V_i / (R_L \cdot wc) >> V_i$

の大振幅ＲＦ信号を発生させ、結果として図５（ｂ）の回路で$20V_i$以上の直流出力電圧を得ることができる。

【００３３】

図１７は、本発明の昇圧整流回路の動作解析結果であり、５０Ω／－１０ｄｂｍ（０．０７Ｖ）の入力電圧を２．４５ＧＨｚにおいて１Ｖ以上に昇圧整流している様子が分かる。

【００３４】

次に図４の制御回路チップについて詳細に説明する。

【００３５】

発振回路はV_{DD}が与えられるとf_sのクロック信号を発生する。出力タイミング回路はV_{DD}及びクロック信号が与えられると、図１２、図１３に示すアンチコリジョンの為のタイミング信号（出力可能信号）を発生する。アドレスカウンタは出力可能信号とクロック信号が与えられるとクロックＬパルスごとにメモリ読み出しアドレスを順次出力する。なお、このときデータ送信レートは$2f_s / L$（ｂｉｔ／ｓｅｃ）となる。メモリはアドレスカウンタで指定されたアドレスに記録されている２ｂｉｔづつの情報を順次出力する。１／４分周器はf_sを１／４分周した信号を出力する。シフトレジスタはクロックf_sによって動作し、１／４分周器出力を９０°位相単位でシフト動作する。データセレク

タは、出力可能信号が与えられると２ｂｉｔのメモリ出力に応じて４位相（０°から２７０°）のシフトレジスタ出力のうち一つを選択出力する。

【００３６】

この時、分周器を１／M、シフトレジスタをM段、データセレクタをM入力とすることでＭＰＳＫ変調とすることが可能である。この場合単位送信電力当たりの送信情報量をより大きく出来るという効果が得られる。

【００３７】

データセレクタの出力は抵抗を介してＰＩＮダイオードＤ７及びＤ８に流れる電流の振幅をｆｓ／４周期で変化させ、２分割されたストリップ導体間の接続インピーダンスを変調する。このインピーダンスの変化は、図１４に示すように、質問器側のアンテナとＲＦＩＤタグのアンテナ間の相互結合インピーダンスを変化させ、結果として質問器側のアンテナの反射係数Γをｆｓ／４周期で変化させることになる。図１５はこのときのスペクトルアナライザによる観測信号の一例であり、ｆｏの入射波がｆＬｏ周期でのΓの変化によって変調された結果発生した信号成分（ｆｏ＋ｆＬｏ、ｆｏ＋３ｆＬｏなど）が確認できる。この時、$f_{Lo}=f_s/4$であり質問器側ではf_oを正確に特定することができるために観測スペクトル（f_o+f_{Lo}, f_o+3f_{Lo}など）から容易にタグ側の発振回路の発振周波数f_sを評価することができる。すなわち、例えばタグ側の発振回路に水晶振動子温度センサ等を用いることによってタグ側の周囲温度を質問器側でモニタすることもできる。

【００３８】

ところで、本発明のＲＦＩＤタグ装置に用いるマイクロストリップアンテナについてその性質を解説する。マイクロストリップアンテナは板状ダイポールアンテナに地板を近づけただけでアンテナとしてはダイポール動作のように考えられるが、実際にはダイポールアンテナとは動作原理が大きく異なる。すなわち、ダイポールアンテナは電流アンテナであり、ストリップアンテナは磁流アンテナである。本発明でインピーダンス変調用のＰＩＮダイオードをマイクロストリップ導体の幅方向の両端に２個配置した理由も、ストリップ導体を流れる電流が幅方向の両端に集中するためである。

【００３９】

図１６は、図１４の評価系において、地板を持たない従来ダイポールアンテナをＲＦＩＤタグに用いた場合と、本発明の２分割マイクロストリップアンテナをＲＦＩＤタグに用いた場合について質問器で受信できる応答信号の強さをアンテナ長Ｌをパラメータにして解析した例である。この図を見て分かるように、本発明の方法は従来方法と比較して約１０ｄＢ（電力が１０倍）応答信号を強く受信できる。

【００４０】

図１４の評価系において、マイクロストリップアンテナの設計パラメータｗ及びｈ（Ｌ＝０．３６λは一定とした）に対する応答受信レベル周波数変化を図１８乃至図２０に示す。図１８では、ｈ（絶縁体の厚み）を小さくすることによって同サイズで低周波化（同周波数で小型化）出来るが、利用できる周波数帯域幅が狭くなることがわかる。

【００４１】

また、図１９では、ｗ（ストリップ導体幅）を大きくすることによって同サイズで低周波化できるが、利用できる周波数帯域幅が狭くなることがわかる。

【００４２】

図２０では同サイズで低周波化した場合と高周波化した場合でインピーダンス変調用のＰＩＮダイオードの直列抵抗が受信レベルに与える影響について解析した結果である。この図を見て分かるように、同周波数で小型化した（ｈ小、ｗ大）では、ＰＩＮダイオードの直列抵抗の影響を大きく受け、高い応答受信レベルを得るには低抵抗化しなければならない。ＰＩＮダイオードを低抵抗動作させる為には大きな電流を流すか、または接合容量を増やす（大面積、短接合）しかない。大電流はＲＦＩＤタグ装置の消費電力を増やすため、好ましくない。

【００４３】

図２１は図１４の評価系において、ＰＩＮダイオードの直列抵抗と接合容量をパラメー

タとして最大応答受信レベルを解析した結果である。この図を見て分かるように、ＰＩＮダイオードの接合容量を増やしても応答受信レベルがほとんど変化しないことから、比較的安価なＰＩＮダイオードを使用しても高い応答受信レベルが得られる。

【００４４】

また、ＰＩＮダイオードの代わりにバラダイオードを用いることもできるし、ＭＯＳＦＥＴのようなトランジスタを用いても良い。この場合より消費電力を低減することが出来る。

【００４５】

また、受電力回路のラダー昇圧整流回路でコンデンサの縦接続をＧＮＤ側柱と受電側柱とみなしたときダイオードはそれらを連絡する桁と見なす事が出来る。通常は全てのコンデンサの容量を同一にして昇圧効率を最大とするが、本発明ではＧＮＤ側柱に対して受電側柱のコンデンサ容量を一桁小さく（具体的にはＧＮＤ側柱：受電側柱＝１：０．０５）し、かつ、第一番目のダイオード（ＧＮＤ－受電点）を取り除くことによって入力負荷容量を小さくし、かつ、直流ショートで高周波高インピーダンス受電が可能となる。

【実施例２】

【００４６】

（ＲＦＩＤタグを持たない移動物体の位置検出方法）

本発明のＲＦＩＤタグが無電源でありながら比較的長距離で通信を行なうことが可能である特徴を利用する。

【００４７】

図６に示すように、タグ＃１乃至タグ＃４及び質問器＃１と質問器＃２の位置は既知であるとして移動物体が遮るパスの情報から移動体の位置を推定することが可能になる。

【００４８】

この場合、$f_{m1}=f_{m2}$、$f_{s1}=f_{s2}=f_{s3}=f_{s4}$として質問器からのＣＷ出力を時分割、タグからの応答をアンチコリジョン系としても良い。

【００４９】

さらに、$f_{m1}\neq f_{m2}$、$f_{s1}=f_{s2}=f_{s3}=f_{s4}$として質問器からのＣＷ出力を連続して出力し、タグからの応答をアンチコリジョン系としても良い。

【００５０】

さらに、$f_{m1}\neq f_{m2}$、f_{s1}、f_{s2}、f_{s3}、f_{s4}を全て異なる周波数として質問器からのＣＷ出力を連続して出力する系としても良い。

【実施例３】

【００５１】

（ＲＦＩＤを持つ移動物体の位置検出方法）

本発明のＲＦＩＤタグが無電源でありながら比較的長距離で通信を行なうことが可能である特徴を利用する。

【００５２】

図２２、図２３に示すように親機側に複数の受信アンテナを用い、２周波以上のｃｗ信号を送信しＲＦＩＤタグからの応答信号の位相差を検出することによってＲＦＩＤタグの３次元位置を推定することができる。

【００５３】

図７において親機の構成を示す。フーリエ変換部ではアンテナ＃１乃至＃４のＲｅ及びＩｍのデータの時系列フーリエ積分して周波数Δのスペクトル位相を算出する。この時、各アンテナケーブル及びダウンコンバータと選択ＳＷ切換時間差による位相差は校正・補償するものとする。

【００５４】

なお、図２９は図７の構成でＲＦＩＤタグの３次元位置を推定するためのアルゴリズムをＦＯＲＴＲＡＮ言語で実現した例であり、図３０はこのプログラムの実施例である。また、図２３のＲＦＩＤタグの３次元位置推定ＲＭＳ誤差の解析は図２９のプログラムにおいて受信アンテナの個数と距離測定誤差をパラメータとして計算機シミュレーションした

結果である。

なお、図２９に示したプログラムでは以下の手順でRFIDタグの３次元位置推定のシュミレーションを行っている。

（１）質問器からの出力電波周波数をf_1 = 2.000GHZ, f_2 = 2.025GHZ, f_0 = 2(f_2 − f_1)=0.05GHZ, λ_0=15cmとして遅延評価サイクル長dlh＝λ_0 /f_0 (cm),受信アンテナ数na=16とした。

（２）RFIDタグの３次元位置を入力する。

（３）各受信アンテナでのRFIDからの応答信号受信位相から距離Dを求める。この時各受信アンテナの間隔は５０cmとした。

$$D = \{Phase(f_2) - Phase(f_1)\} \times 3 \times 10^{10} / \pi f_0 \quad (cm)$$

（４）前記各受信アンテナでの受信位相から求めた距離Dにノイズを加えるとともに基準アンテナに対する距離の差を算出する。ここで、基準アンテナに対する距離の差を取る理由は、前記ステップ（３）で求めた距離Dには質問器送信アンテナからRFIDタグまでの距離D_x やRFIDタグの応答位相差等のオフセット量を共通に含むためであり、このD_x の影響等を取り除く効果があるためである。

（５）前記各受信アンテナの距離の差に対して遅延評価サイクル長dlhの補償を行う。

（６）RFIDタグの３次元位置X_p, Y_p, Z_pを仮定する。

（７）前記仮定したタグ位置X_p, Y_p, Z_pに対して各受信アンテナでの受信位相から距離を求める。

（８）前記ステップ（５）の実際に受信した各アンテナの距離の差と前記ステップ（７）の仮定したタグ位置に対して、各受信アンテナでの受信位相から求めた距離の差の比較を行う。

（９）前記比較距離差に対して遅延評価サイクル長dlhの補償を行う。

（１０）前記サイクル補償後の各受信アンテナにおける比較距離差に対して誤差エネルギーを求める。

（１１）前記ステップ（６）乃至（１０）の処理を繰り返した後に誤差エネルギーの小さい順に５組のタグ３次元位置のリストを求める。

（１２）前記大まかな５組のタグ３次元位置推定結果と誤差RMS値を表示する。

（１３）前記５組のタグ３次元位置をそれぞれ中心としてより細かいステップで前記（６）乃至（１０）の処理を繰り返して最小の誤差エネルギーを与える３次元仮定タグ位置を求める。

（１４）前記最小誤差エネルギーを与える３次元仮定タグ位置を最終的に推定されたRFIDタグ位置として表示する。

【実施例４】

【００５５】

（より長距離でＲＦＩＤタグと通信する方法）

本発明のＲＦＩＤタグは単体でも１０ｍ程度の比較的長距離で通信を行なうことができる。しかし、高速道路などの標識に利用する場合、１０ｍ程度の通信距離では不足する可能性が高い。そこで、本発明のＲＦＩＤタグをアレー化し、各タグからの応答信号に位相差を与えることで、広い範囲からの質問器に対して高い感度で応答信号を返し、１００ｍ程度の通信を可能とする。その実施例を図２４乃至２８に示す。

【００５６】

ここでは、ＲＦＩＤタグの配置及び各タグの応答信号位相を０°／１８０°で組み合わせることによって指向性を制御する方法を示したが、図８に示すようにより細かい位相差を与えてより細かい指向性制御を行なうこともできる。

【００５７】

なお、図２４乃至２８の０°／１８０°位相の組み合わせは図９のようなＥｘ ＯＲを用いることで容易に実現できる。

また、ここで与えられる位相の組み合わせを周期的に変化させることによって、応答電波は強いが狭い範囲にしか返送することができないビームをスキャンすることで広い範囲

の質問器と通信することができる。
【産業上の利用可能性】
【００５８】
共通して安価かつ無電源でメンテナンス不要、長距離通信（最大で１００ｍ程度まで）が可能である特長を実現手段としている。
（１）容易に道路標識等に貼って比較的遠隔から、かつ電波の回折を利用して他の車の陰になる位置からでも質問器を使って情報を読取ることができるために、制限速度やカーブ・分岐掲示等の情報を運転者に伝えたり、車の自動運転や安全支援装置に伝えることで知的ナビゲーションシステムの構築が可能である。
（２）容易にポスター等の広告材に貼って比較的遠隔からでも質問器を使って情報を読取ることができるために、掲示広告からインターネットのホームページアドレス等を離れた位置から読取る装置への応用及び商品広告システムの構築が可能である。このとき、同じアドレスを持った複数のポスターを同時に読取ることもあるし、異なったアドレスのポスターを複数同時に読取る場合も考えられる。ユーザが所持する読み取り機（質問器）では、ポスターや付加したタグの視覚的情報と一致する色や比較的簡単なシンボル・記号を表すコードをIDの一部として取り込むことによってインターネットのリンク先の選択を容易にしたり、アドレスの重複表示を無くし、かつアドレス階層順に表示することとする。
（３）容易に展示物等の見本や商品に貼って比較的遠隔から読取ることができるために、展示物に接近する必要なく商品の予約やサイズ・色等の好みを付加した情報を商品販売者へ伝達（読み取り機に無線LAN機能や携帯電話機能を併用または読み取り機内に情報を蓄積して販売者へ返却）する予約及び市場調査システムの構築が可能である。このとき、展示棚やショーケース越しに同じIDを持った複数の商品の情報を同時に読取ることもあるし、異なったIDの商品情報を複数同時に読取る場合も考えられる。ユーザが所持する読み取り機では商品や付加したタグの視覚的情報と一致する色や比較的簡単なシンボル・記号を表すコードをIDの一部として取り込むことによって興味のある商品の選択を容易にしたり、IDコードやシンボルの重複表示を無くし、かつIDコードの階層順に表示することとする。
（４）容易に自動車や家電製品等に組み込んで比較的遠隔から読取ることができるために、リサイクル分別や不法投棄・盗難転売等の抑止のためのシステム構築が可能である。すなわち、製造時の情報のみでなく所有者の情報や危険物質の有無などの情報をIDコードとともに記録しておけば比較的簡単な読み取り機を用いて遠隔から一括識別することができる。
（５）本発明のRFIDタグ装置では、メモリ内に記録された情報のみでなく容易に選択された投票スイッチ等の情報も応答信号として返信し比較的遠隔から読取ることができるために、イベント会場等での即時投開票システムの構築が可能である。本発明のRFIDタグは無電源かつ薄型であり構造が比較的簡単であるために量産時のコストは数十円程度と考えられる。したがって、イベントの招待状やチケットとして利用して非回収とすることもできるし、回収してくり返し使用することもできる。
（６）本発明のRFIDタグでは、メモリ内に記録された情報のみでなく各種トランスデューサで計測された情報も応答信号として返信し比較的遠隔から読取ることができるために、健康に不安がある人の心拍等、体調情報を人に負担を掛けることなく比較的少ない質問器で遠隔から常時監視するシステムの構築が可能である。
（７）本発明のRFIDタグでは、メモリ内に記録された情報のみでなく各種トランスデューサで計測された情報も応答信号として返信し比較的遠隔から読取ることができるために、高圧送配電設備等、センサの配線が困難でかつ近づくことが危険でメンテナンスのための停止が容易でない装置を常時遠隔から監視するシステムの構築が可能である。
（８）本発明のRFIDタグ装置の構成を示す図２において、実施例図４ではスタブ共振昇圧整流回路と制御回路をまとめて制御回路チップとした。しかし、制御回路として汎用性の高い低消費電力のマイクロプロセッサ（例えば、マイクロチップ・テクノロジー社製のPIC１６F６８４）を用いて、スタブ共振昇圧整流回路と組み合わせることもできる。このよ

うな構造とすることでアナログデータの取り込みやデジタルデータの取り込み、これらデータのRFIDタグ内での一時記憶やEEPROMによる長期記憶も可能となる。さらに、家電製品等のリモートコントロール受信用に利用できるばかりでなく電源が供給されていない状態でも各種情報の読み出しが可能である。
例えば、このような情報が読み取り機（リモコン）で確認できる。

・電源が供給されていません。
・ｘｘｘが故障しています。
・ｘｘｘに○○が入ったままです。
・ｘｘｘに○○が予約されています。
・ｘ月ｘ日ｘ時ｘ分、○○が最後に利用されました。

（９）本発明のRFIDタグ装置は２．４５GHｚ帯の無線LANと同一規格で動作せせることができるため、質問器として無線LANの基地局または無線LAN端末を用いることもできる。このとき、無線LAN側からはRFIDタグ装置のための動作電力となる２．４５GHｚ帯のキャリア信号の送信が必要であるが無線LANの規格であるFHSSやOFDM方式の電波であっても良い。RFIDタグ装置からはタグ内のローカル発信機の発振周波数分だけオフセットさせたサブキャリア信号に返信情報を載せて返してくるので、無線LAN側では送信キャリアで同期検波したサブキャリア信号の復調を行えばRFIDタグからの返信情報を読取ることができる。

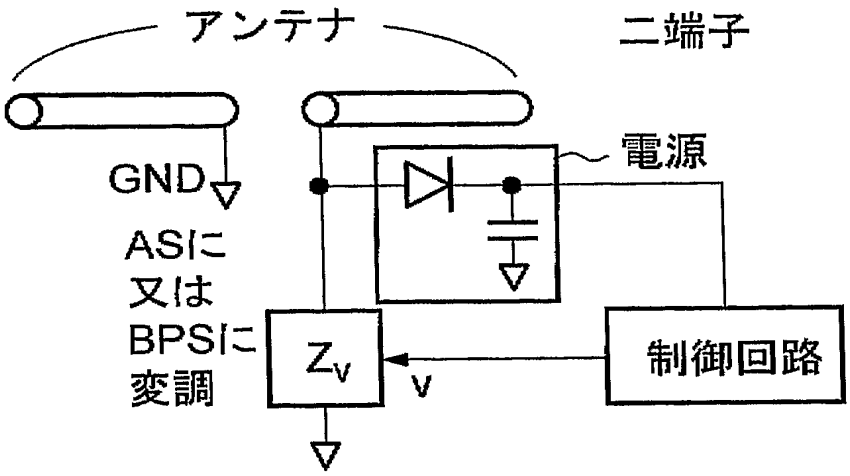
【図面の簡単な説明】

【００５９】

【図１】従来のＲＦＩＤタグ装置を示す概略図である。
【図２】本発明のＲＦＩＤタグ装置を示す概略図である。
【図３】本発明の実施例１を示す斜視図である。
【図４】本発明の制御回路チップを示す平面図である。
【図５】本発明のインピーダンス変調素子の一例を示す図である。
【図６】本発明の実施例２を示す図である。
【図７】本発明の実施例３を示す図である。
【図８】本発明の実施例４を示す図である。
【図９】本発明の実施例４を示す図である。
【図１０】１０段コッククロフト・ウォルトン回路周波数特性を示す図である。
【図１１】１０段コッククロフト・ウォルトン回路周波数特性を示す図である。
【図１２】複数ＲＦＩＤの一括読み取り方式を示す図である。
【図１３】複数ＲＦＩＤの一括読み取りシミュレーションを示す図である。
【図１４】ＲＦＩＤ用平面アンテナの構造とシミュレーションモデルを示す図である。
【図１５】ＲＦＩＤ応答受信周波数スペクトラムを示す図である。
【図１６】ＲＦＩＤからの変調波受信利得の比較図である。
【図１７】スタブ共振昇圧整流回路の周波数応答特性を示す図である。
【図１８】ＲＦＩＤ応答受信感度周波数特性の高さ比較を示す図である。
【図１９】ＲＦＩＤ応答受信感度周波数特性の幅比較を示す図である。
【図２０】ＲＦＩＤ応答受信感度周波数特性の抵抗比較を示す図である。
【図２１】マイクロストリップＲＦＩＤからの変調波受信利得を示す図である。
【図２２】本発明の実施例３に係る図である。
【図２３】本発明の実施例３に係る図である。
【図２４】本発明の実施例４に係る図である。
【図２５】本発明の実施例４に係る図である。
【図２６】本発明の実施例４に係る図である。
【図２７】本発明の実施例４に係る図である。
【図２８】本発明の実施例４に係る図である。
【図２９】ＲＦＩＤタグの三次元位置を推定するFORTRANプログラム例である。
【図３０】ＲＦＩＤタグの三次元位置を推定するFORTRANプログラムの実施例である

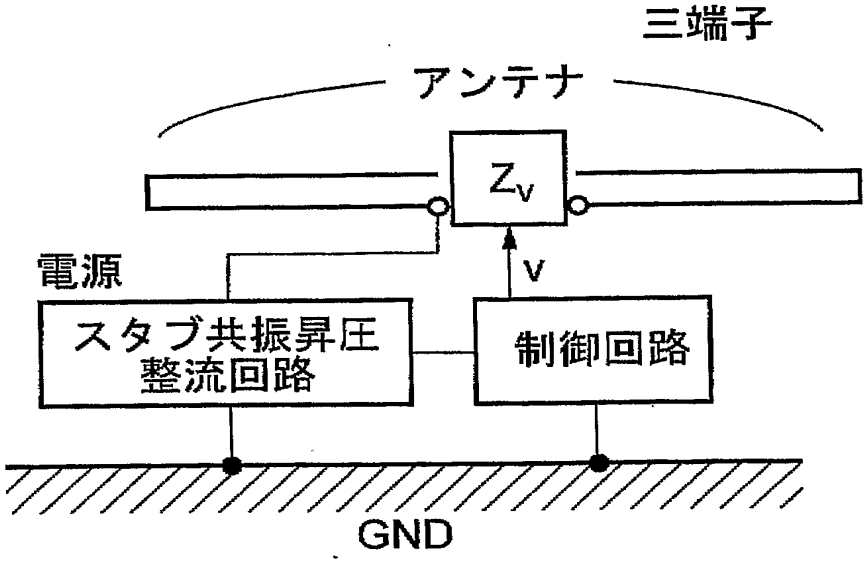
。
【符号の説明】
【００６０】
Ｄ１、Ｄ２、Ｄ３、Ｄ４、Ｄ５、Ｄ６　ショットキー・バリアダイオード
Ｄ７、Ｄ８　ＰＩＮダイオード
Ｄ９　ツェナーダイオード

【書類名】図面
【図１】



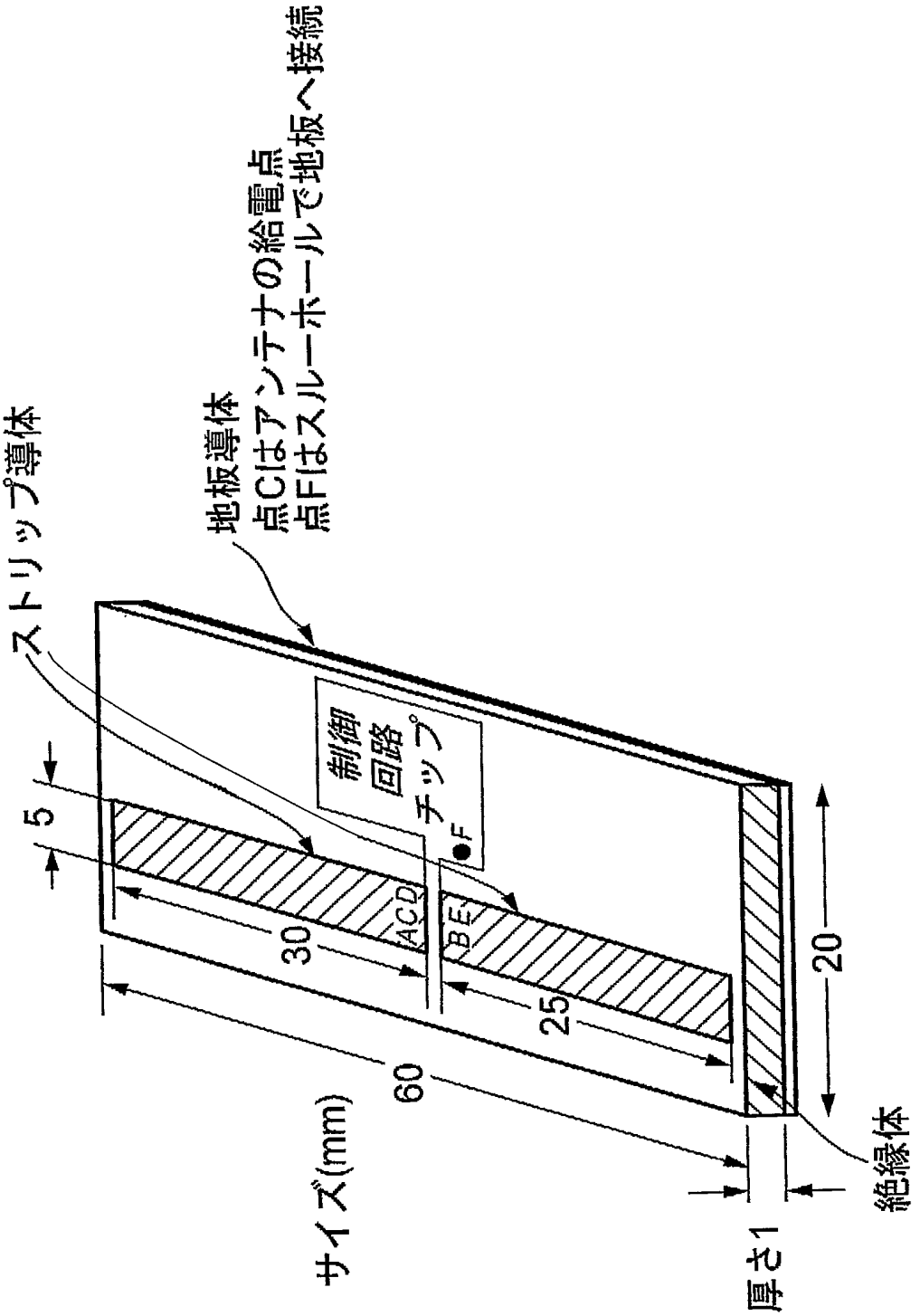
従来

【図２】

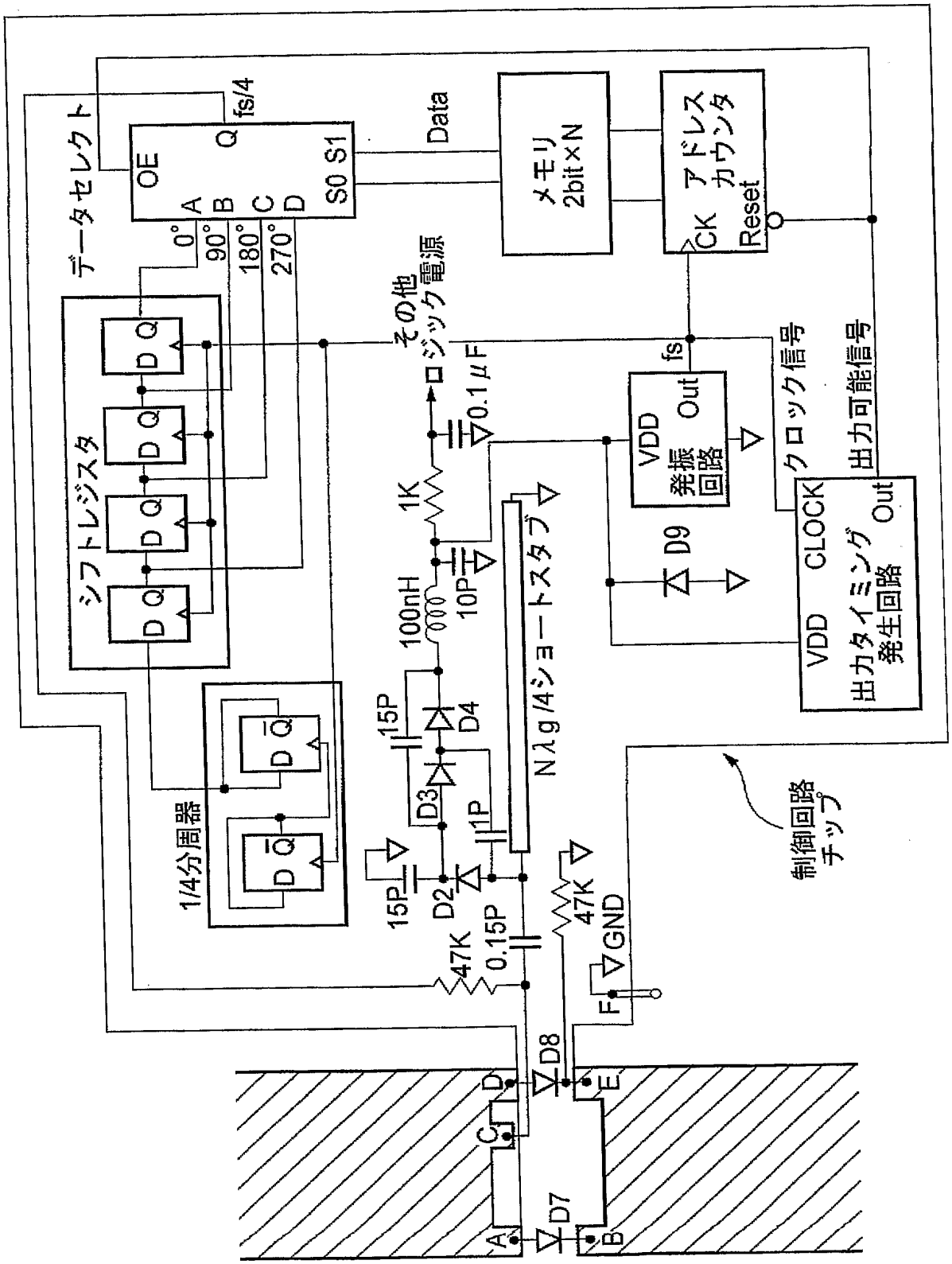


本発明

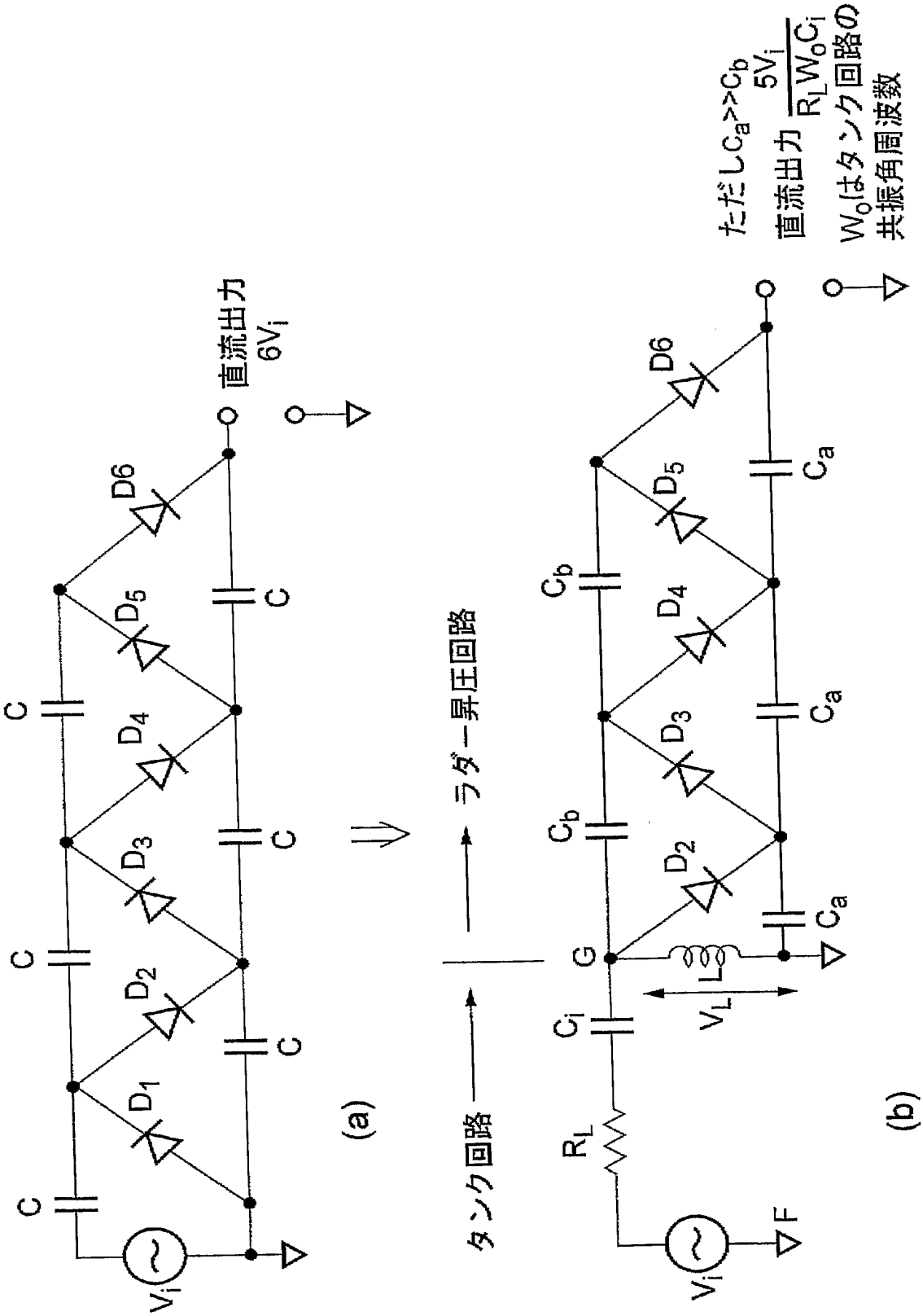
【図３】


ストリップ導体
地板導体
点Cはアンテナの給電点
点Fはスルーホールで地板へ接続
制御回路チップ
F
A C D
B E
5
30
25
60
20
サイズ(mm)
厚さ1
絶縁体

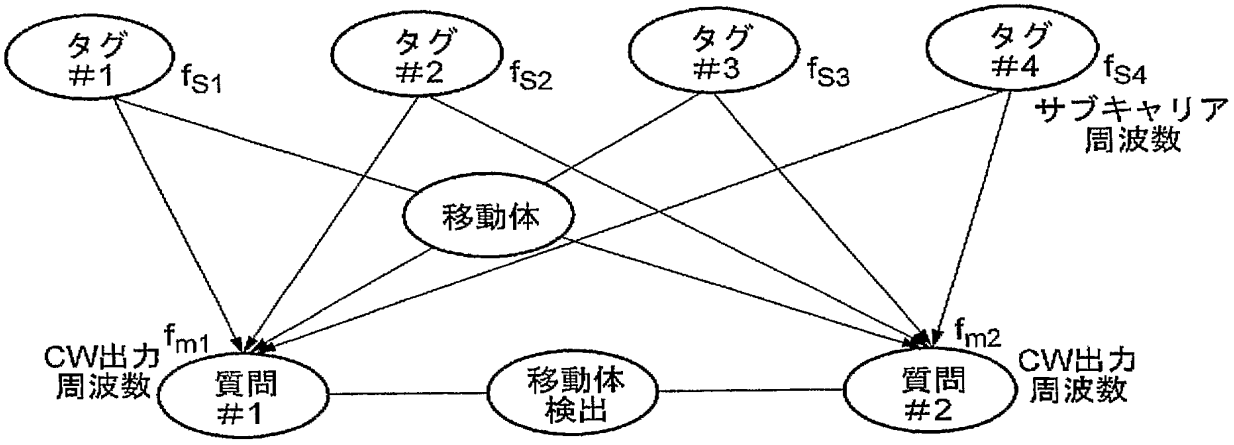
【図４】


データセレクト
OE
Q
fs/4
S0 S1
A
B
C
D
0°
90°
180°
270°
Data
メモリ
2bit×N
アドレス
カウンタ
CK
Reset
シフトレジスタ
D Q
その他
ロジック電源
0.1μF
1K
100nH
10P
15P
D4
D3
D2
1P
0.15P
47K
Nλg/4ショートスタブ
1/4分周器
D Q̄
VDD
Out
発振
回路
fs
クロック信号
出力可能信号
D9
VDD
CLOCK
出力タイミング
発生回路
Out
制御回路
チップ
GND
F
D8
D7
A
B
C
D
E

【図５】


直流出力
6Vi
D6
D5
D4
D3
D2
D1
C
Vi
(a)
ラダー昇圧回路
タンク回路
Cb
Ca
Ci
RL
L
VL
G
F
(b)
ただしLCa>>Cb
直流出力 5Vi
RLWoCi
Woはタンク回路の
共振角周波数

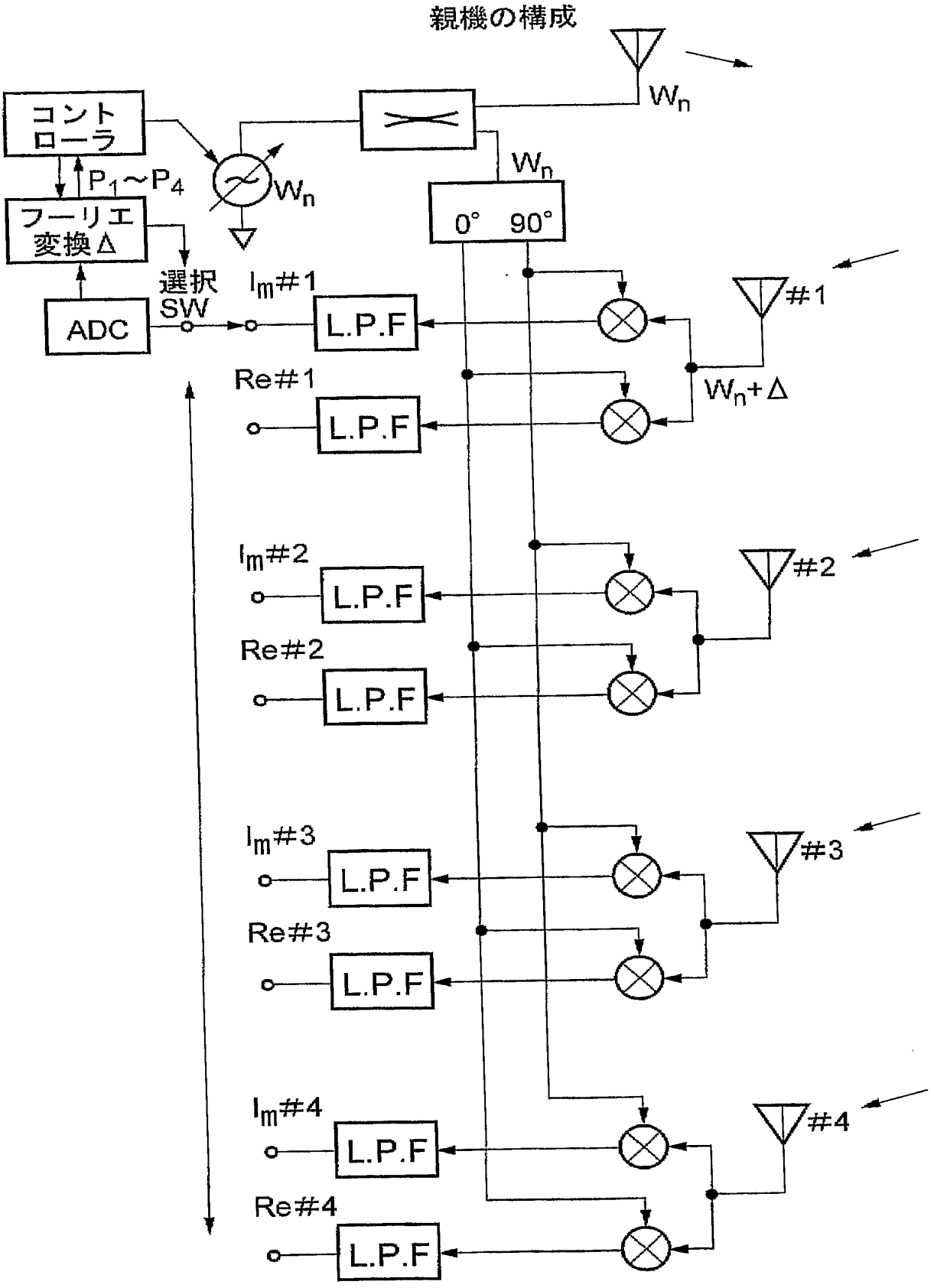
【図６】



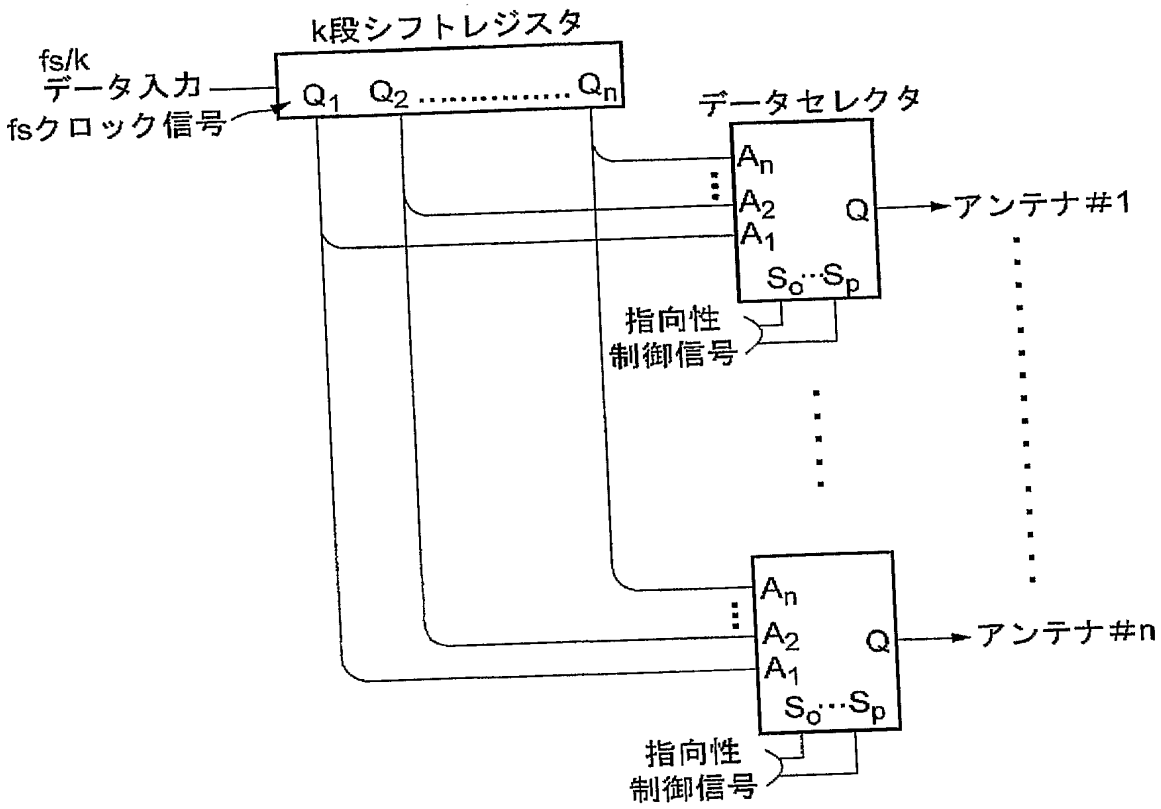
タグ応答信号の有無

		タグ番号			
		#1	#2	#3	#4
質問番号	#1	○	○	×	○
	#2	×	○	○	○

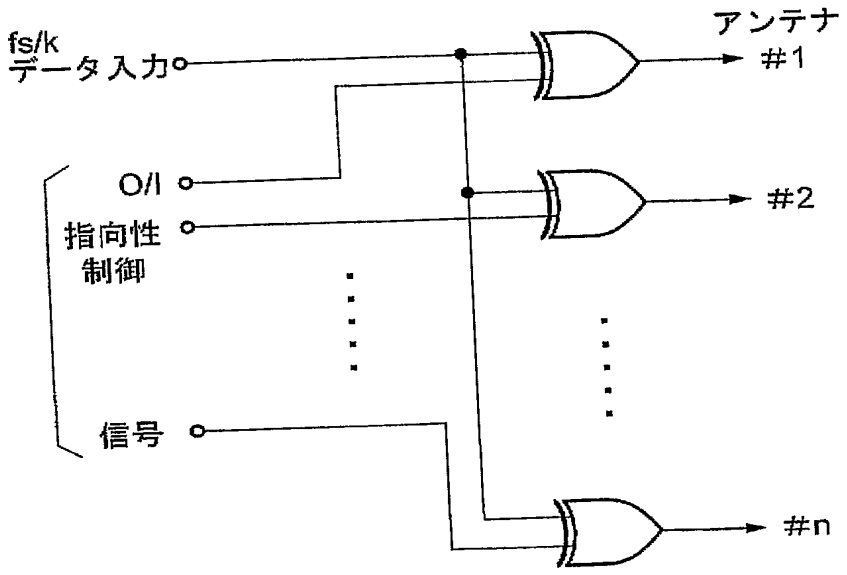
【図７】


親機の構成
コントローラ
P1～P4
フーリエ変換Δ
ADC
選択SW
Wn
Wn
0°　90°
Wn+Δ
Im#1
Re#1
Im#2
Re#2
Im#3
Re#3
Im#4
Re#4
L.P.F
#1
#2
#3
#4

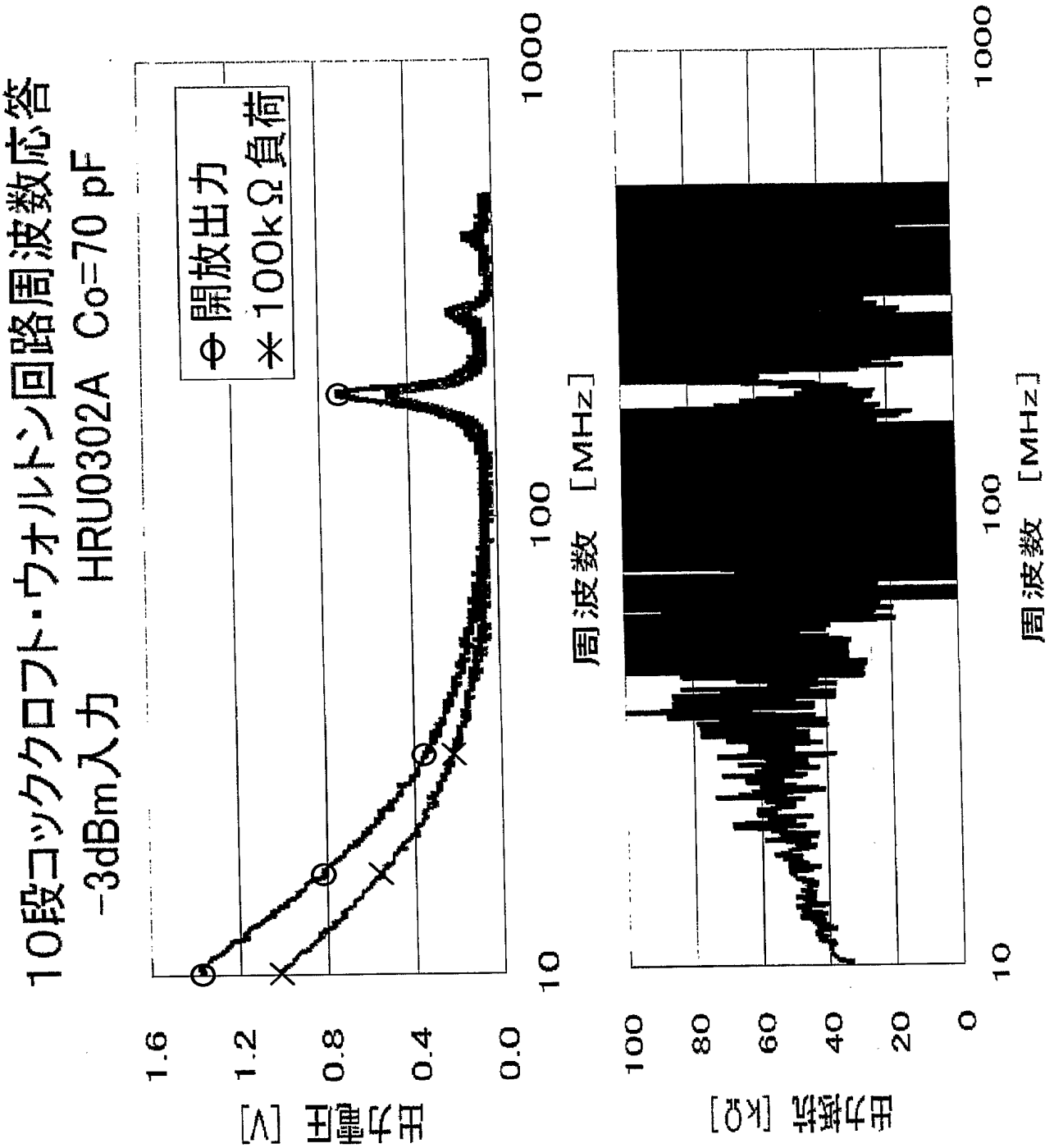
【図８】


k段シフトレジスタ
fs/k
データ入力
fsクロック信号
Q1 Q2 ..... Qn
データセレクタ
An
A2
A1
Q
So･･･Sp
アンテナ#1
指向性
制御信号
An
A2
A1
Q
So･･･Sp
アンテナ#n
指向性
制御信号

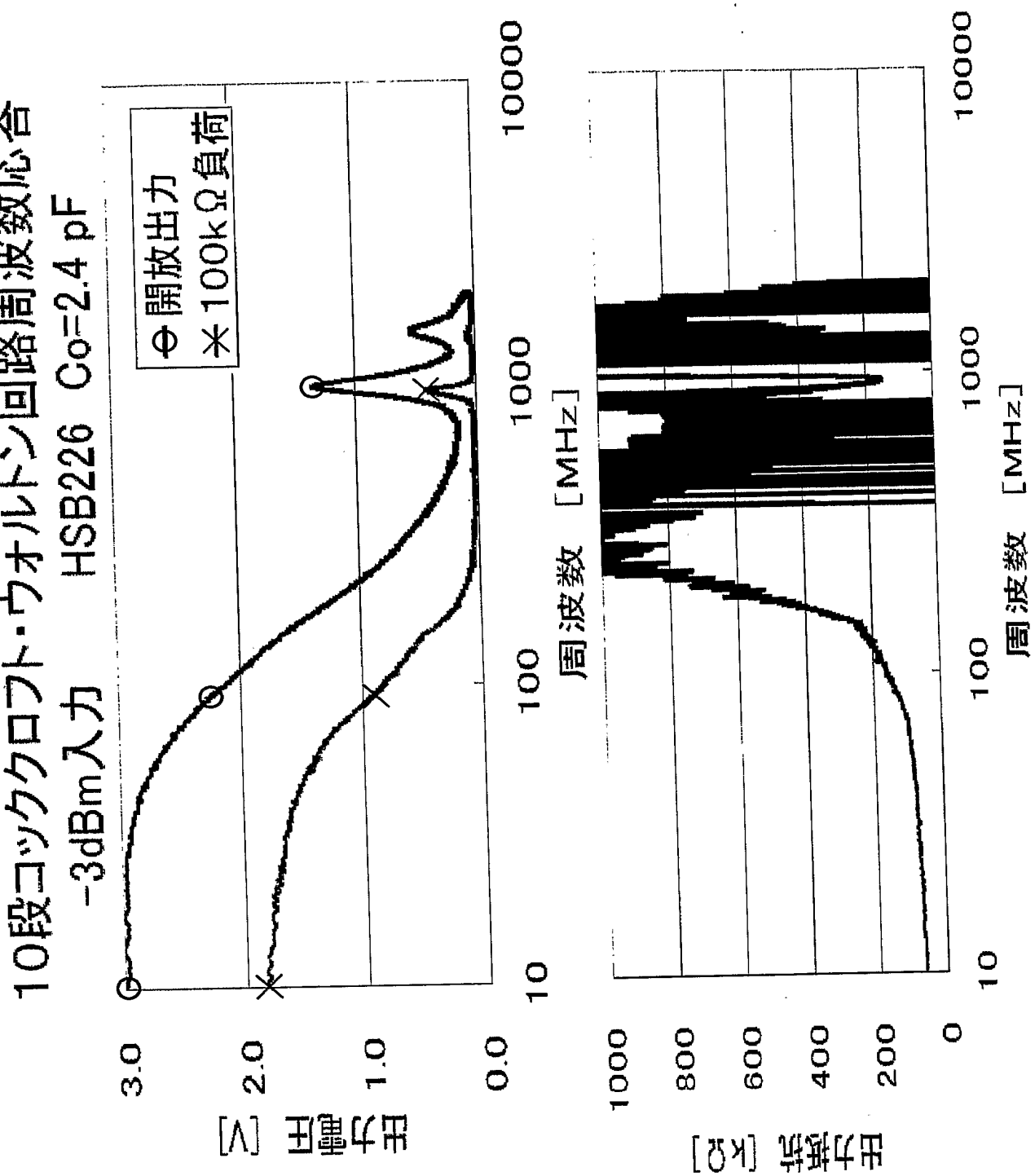
【図９】


fs/k
データ入力
O/I
指向性
制御
信号
アンテナ
#1
#2
#n

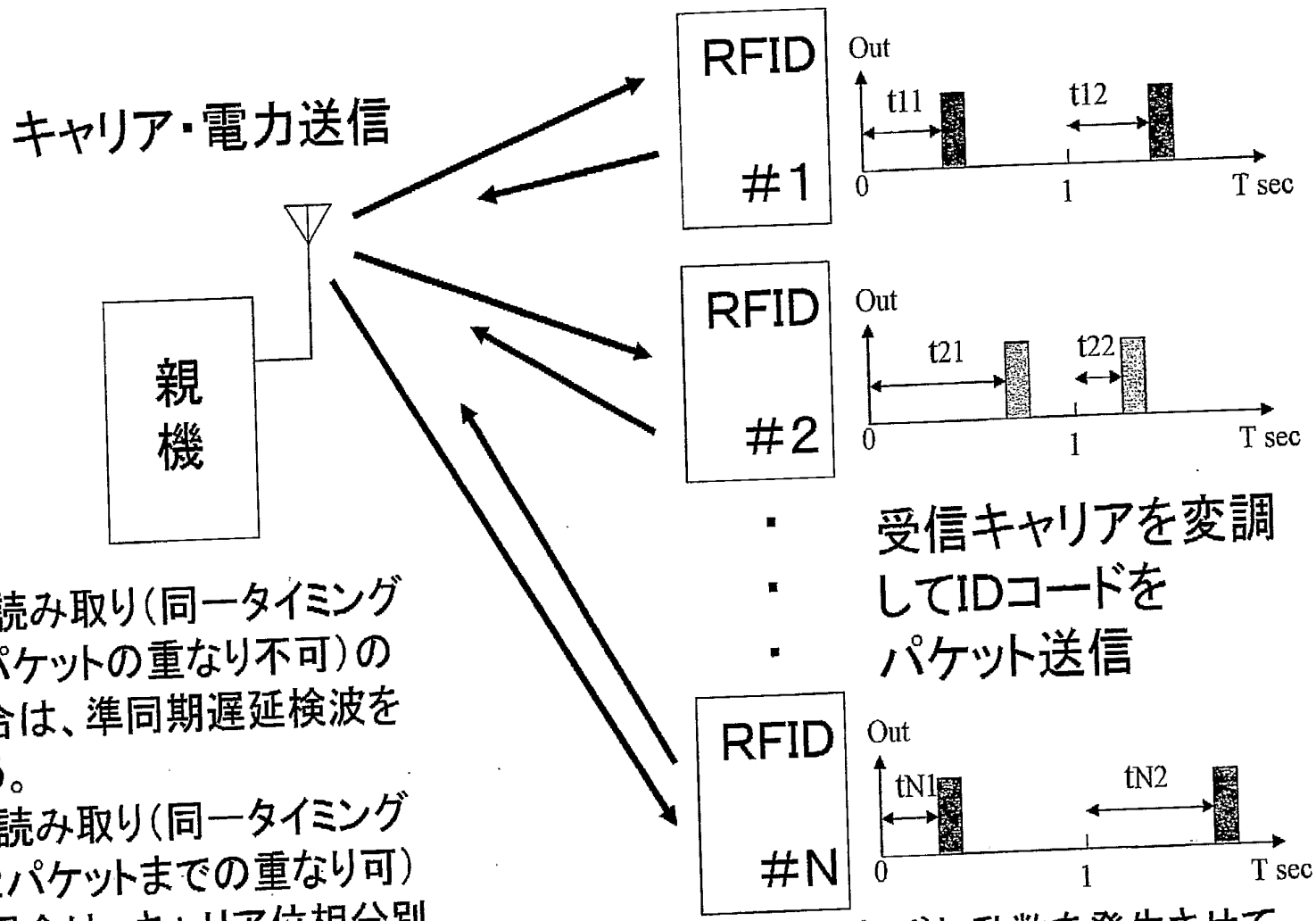
【図１０】


10段コッククロフト・ウォルトン回路周波数応答
−3dBm入力　HRU0302A　Co=70 pF
◆開放出力
＊100kΩ負荷
出力電圧 [V]
1.6
1.2
0.8
0.4
0.0
10
100
1000
周波数 [MHz]
出力抵抗 [kΩ]
100
80
60
40
20
0
10
100
1000
周波数 [MHz]

【図１１】


10段コッククロフト・ウォルトン回路周波数応答
-3dBm入力　HSB226　Co=2.4 pF
Φ開放出力
＊100kΩ負荷
出力電圧 [V]
3.0
2.0
1.0
0.0
10
100
1000
10000
周波数 [MHz]
出力抵抗 [kΩ]
1000
800
600
400
200
0
10
100
1000
10000
周波数 [MHz]

複数RFIDの一括読み取り(Anticollision)



■1重読み取り(同一タイミングでパケットの重なり不可)の場合は、準同期遅延検波を行う。

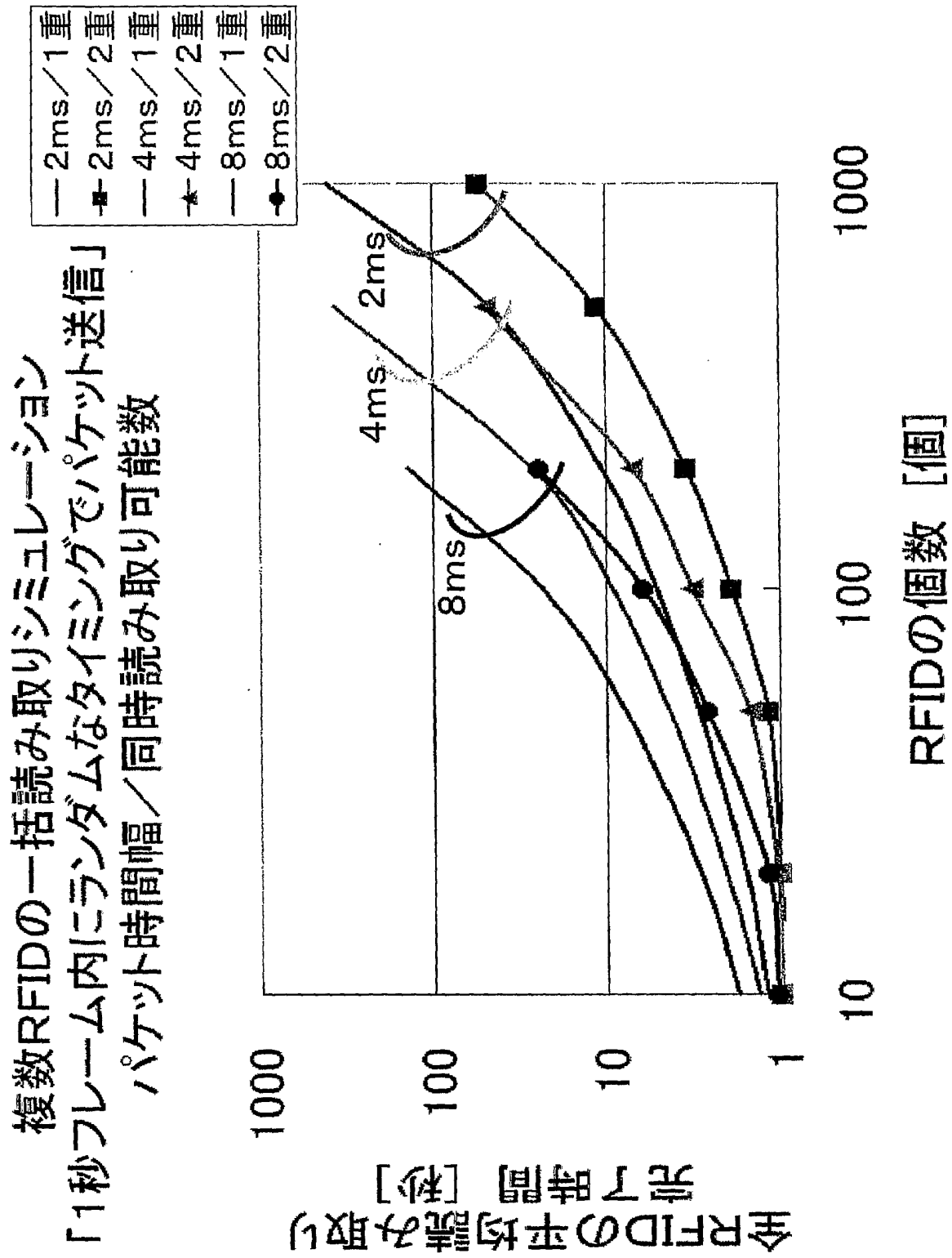
■2重読み取り(同一タイミングで2パケットまでの重なり可)の場合は、キャリア位相分別同期検波を行う。

tmnは、それぞれ乱数を発生させて各RFIDごとに決める。

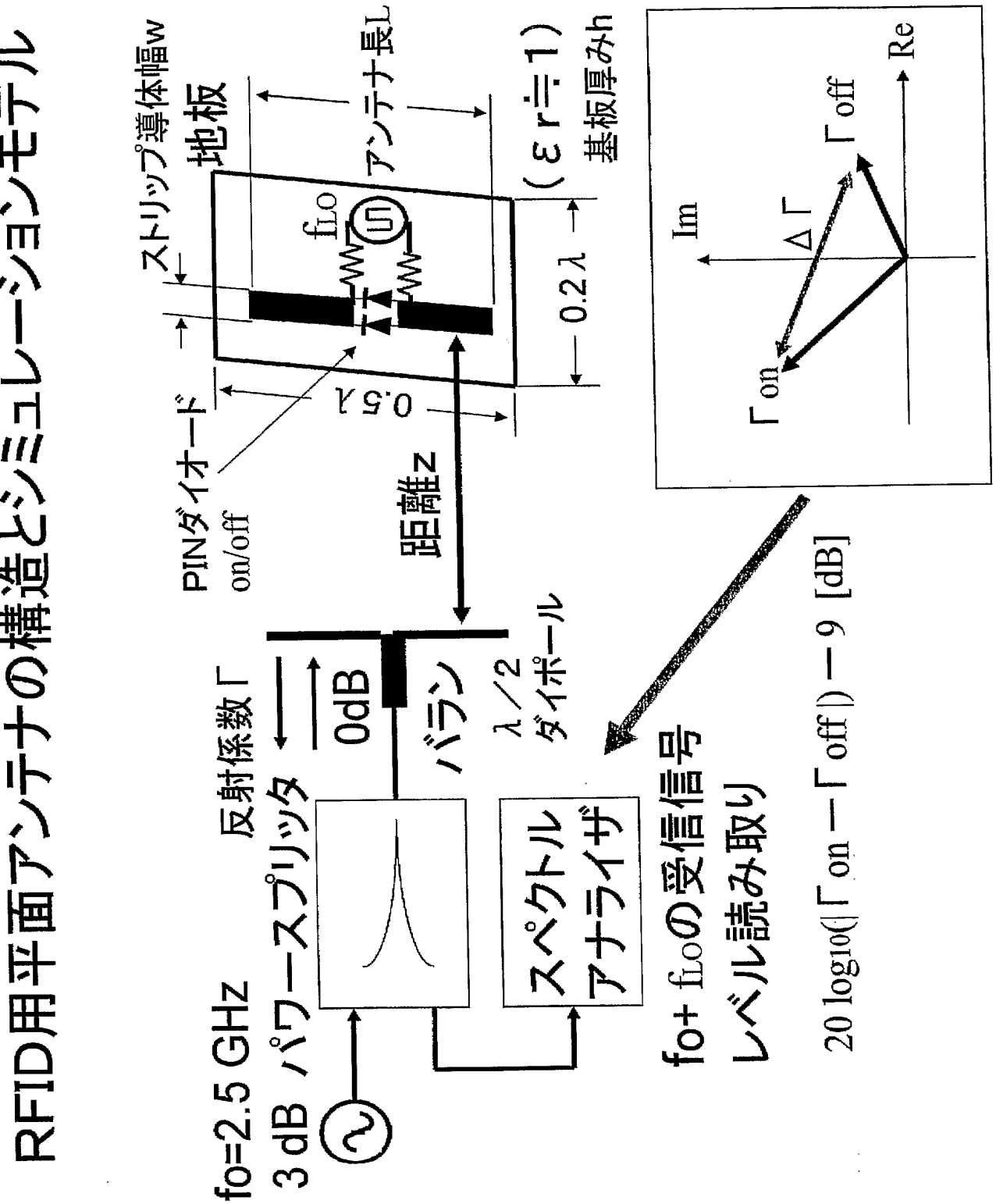
特願２００４－３０４８７６

出証特２００５－３０２９０４１

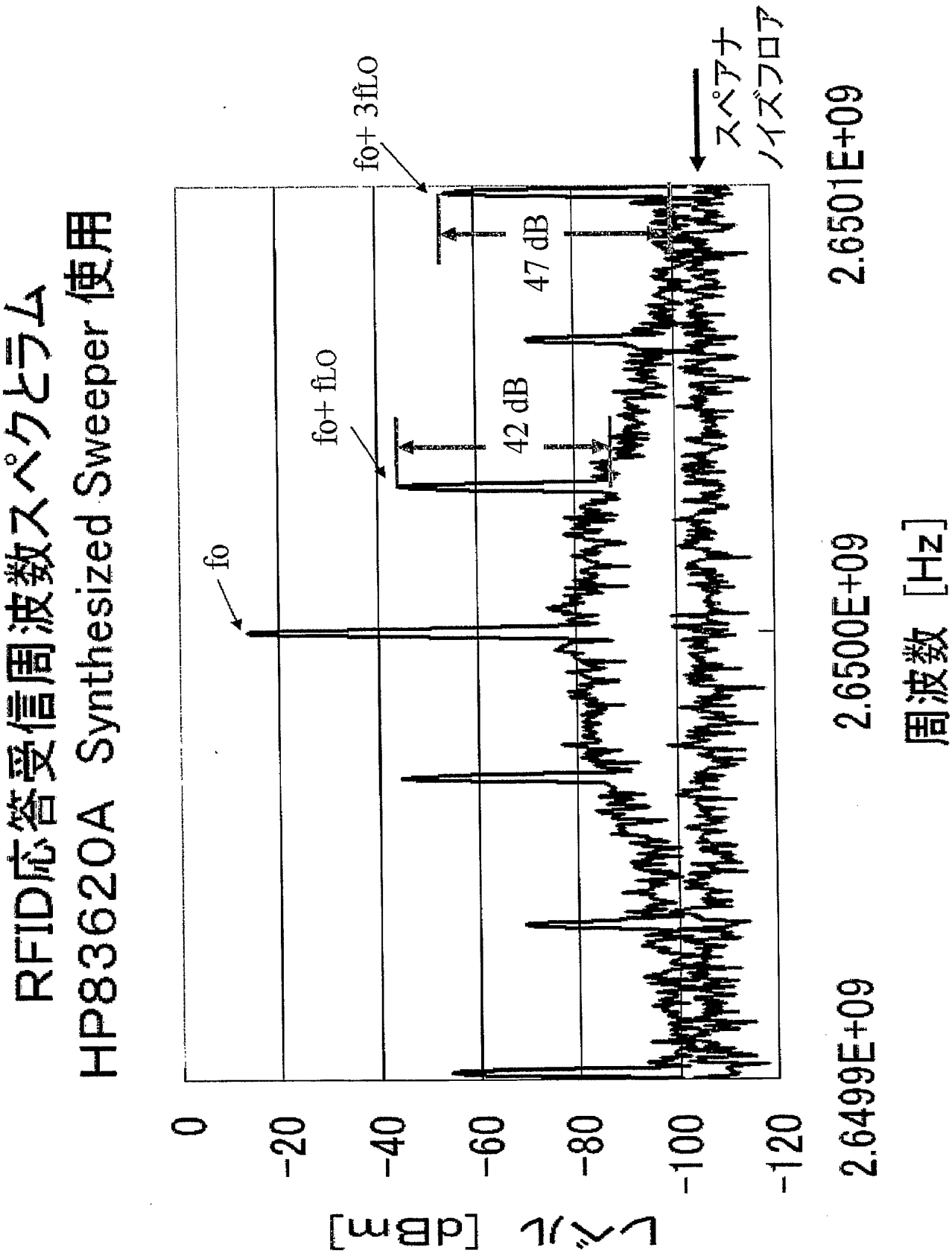
【図１３】


複数RFIDの一括読み取りシミュレーション
「1秒フレーム内にランダムなタイミングでパケット送信」
パケット時間幅／同時読み取り可能数
—2ms／1重
—2ms／2重
—4ms／1重
—4ms／2重
—8ms／1重
—8ms／2重
2ms
4ms
8ms
全RFIDの平均読み取り完了時間　[秒]
1000
100
10
1
10
100
1000
RFIDの個数　[個]

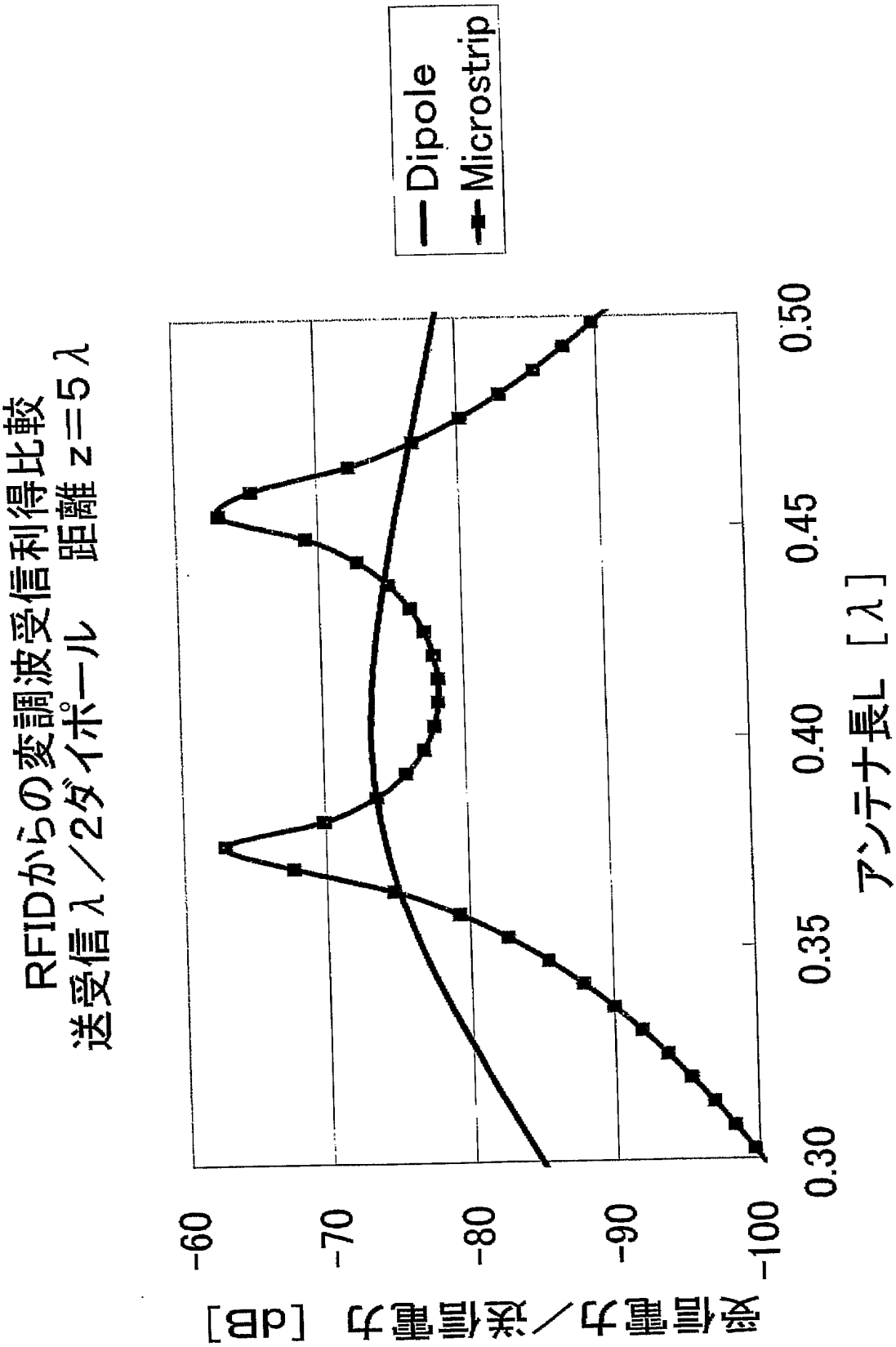
【図１４】


RFID用平面アンテナの構造とシミュレーションモデル
ストリップ導体幅w
地板
アンテナ長L
fLO
(εr=1)
基板厚みh
0.2λ
0.5λ
PINダイオード
on/off
距離z
反射係数Γ
0dB
バラン
λ/2
ダイポール
fo=2.5 GHz
3 dB パワースプリッタ
スペクトル
アナライザ
fo+ fLOの受信信号
レベル読み取り
20 log10(|Γon－Γoff|)－9 [dB]
Im
Re
ΔΓ
Γoff
Γon

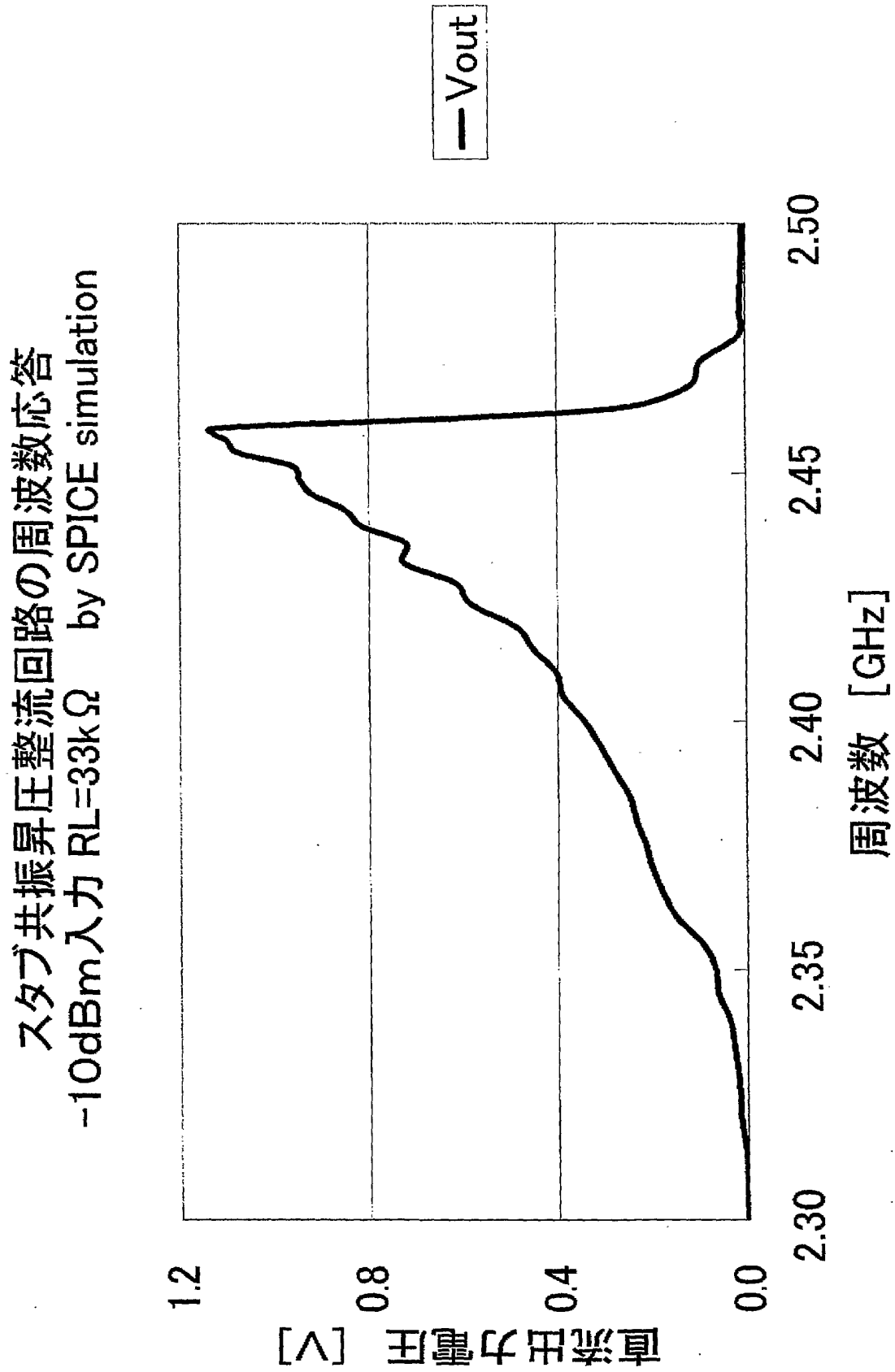
【図１５】


RFID応答受信周波数スペクトラム
HP8362OA Synthesized Sweeper 使用
fo
fo+ fLO
fo+ 3fLO
42 dB
47 dB
スペアナ
ノイズフロア
0
-20
-40
-60
-80
-100
-120
レベル [dBm]
2.6499E+09
2.6500E+09
2.6501E+09
周波数 [Hz]

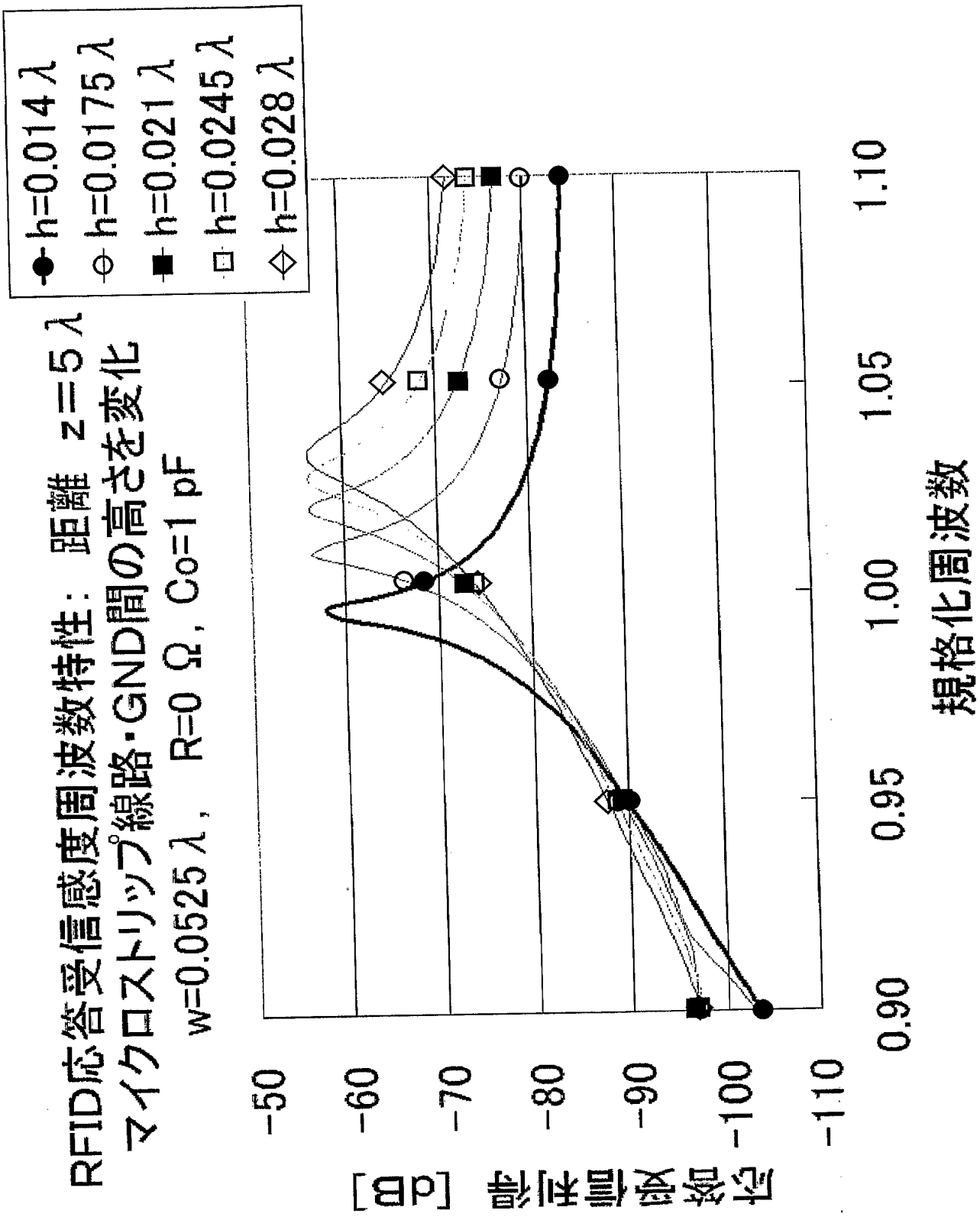
【図１６】


RFIDからの変調波受信利得比較
送受信λ／2ダイポール　距離 z＝5λ
Dipole
Microstrip
受信電力／送信電力 [dB]
−60
−70
−80
−90
−100
0.30
0.35
0.40
0.45
0.50
アンテナ長L [λ]

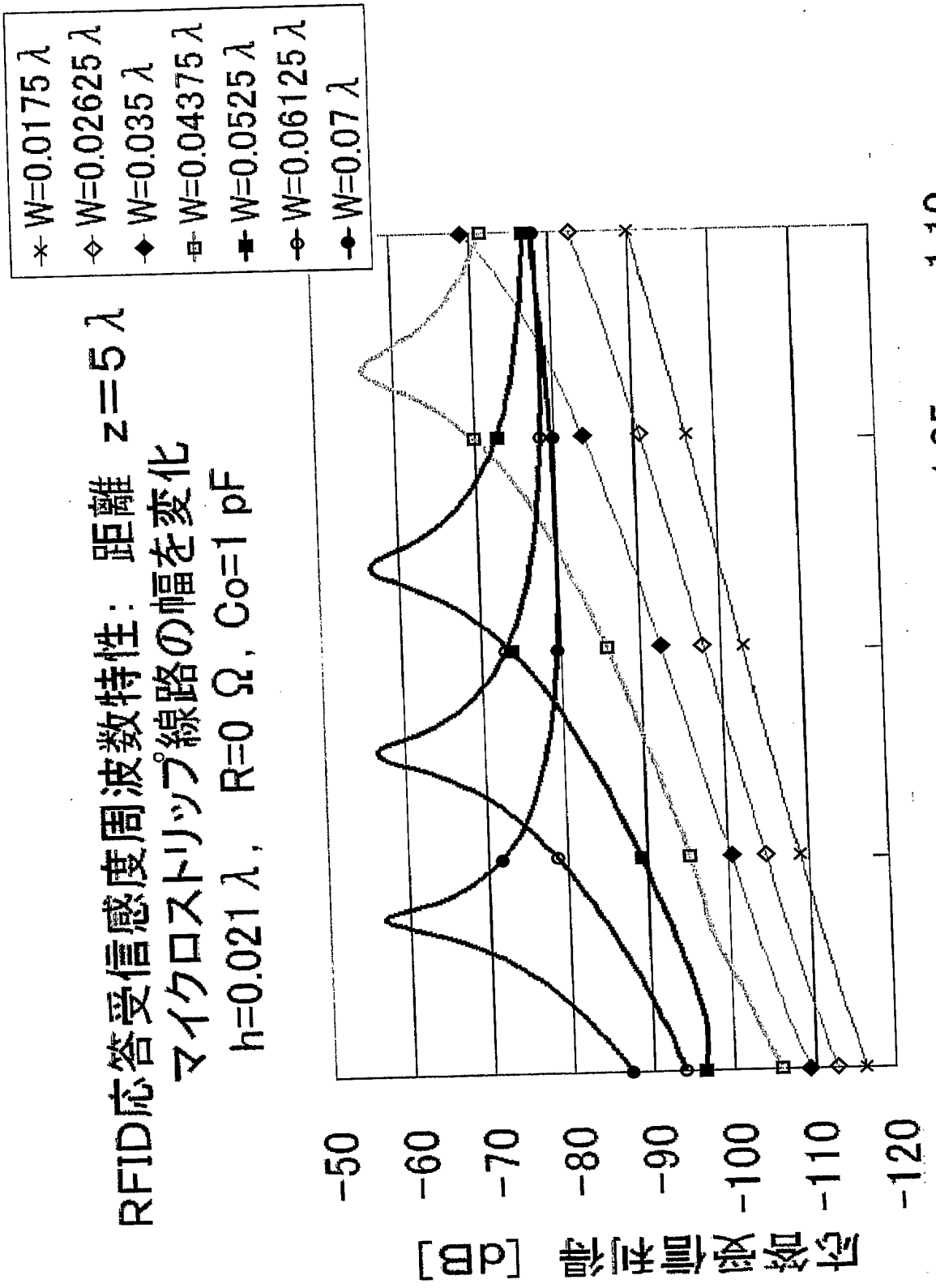
【図１７】


スタブ共振昇圧整流回路の周波数応答
-10dBm入力 RL=33kΩ　by SPICE simulation
—Vout
直流出力電圧 [V]
1.2
0.8
0.4
0.0
2.30
2.35
2.40
2.45
2.50
周波数 [GHz]

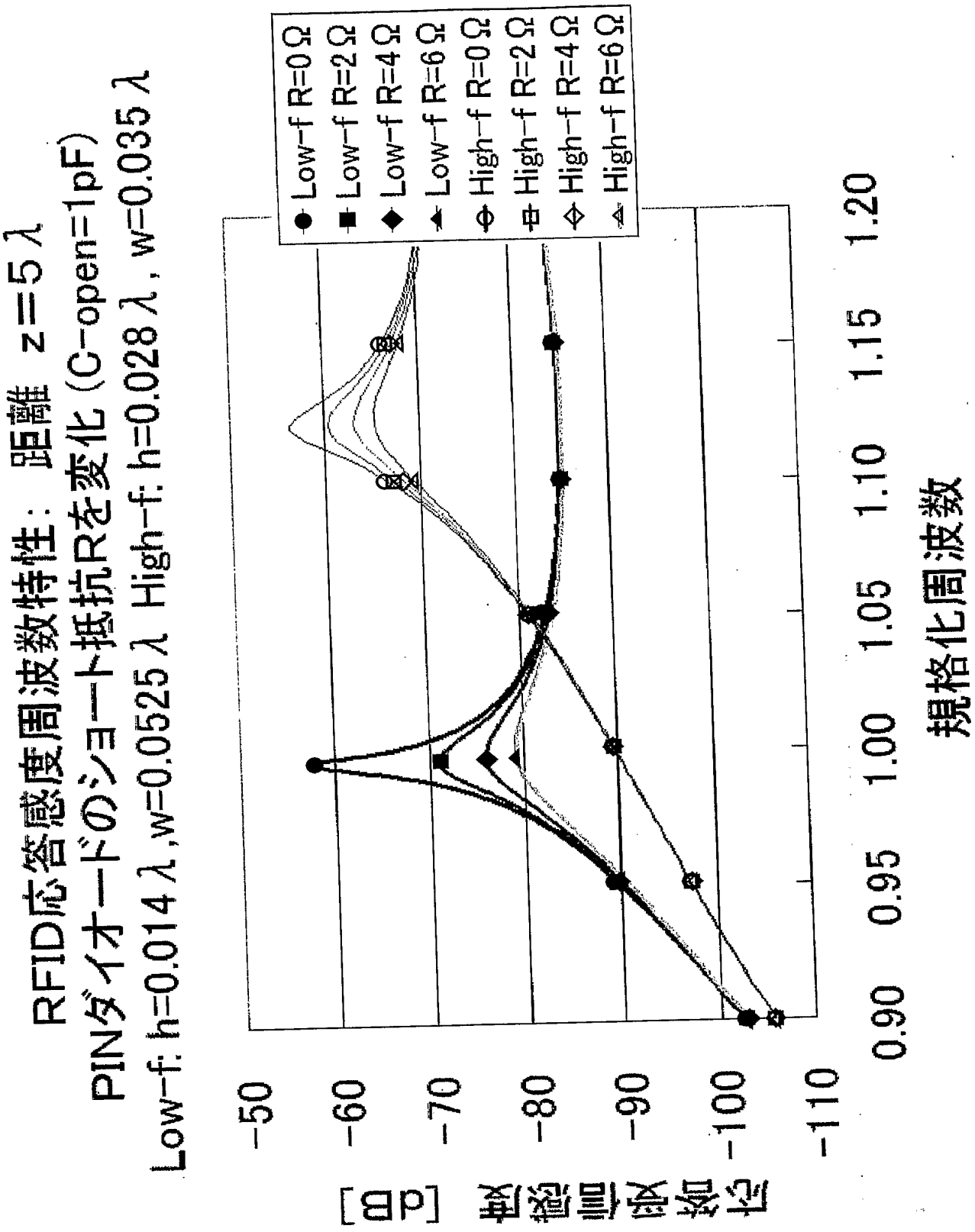
【図１８】


RFID応答受信感度周波数特性：　距離　z＝5 λ
マイクロストリップ線路・GND間の高さを変化
w=0.0525 λ，　R=0 Ω，Co=1 pF
●　h=0.014 λ
⊖　h=0.0175 λ
■　h=0.021 λ
□　h=0.0245 λ
◇　h=0.028 λ
応答受信利得　[dB]
−50
−60
−70
−80
−90
−100
−110
0.90
0.95
1.00
1.05
1.10
規格化周波数

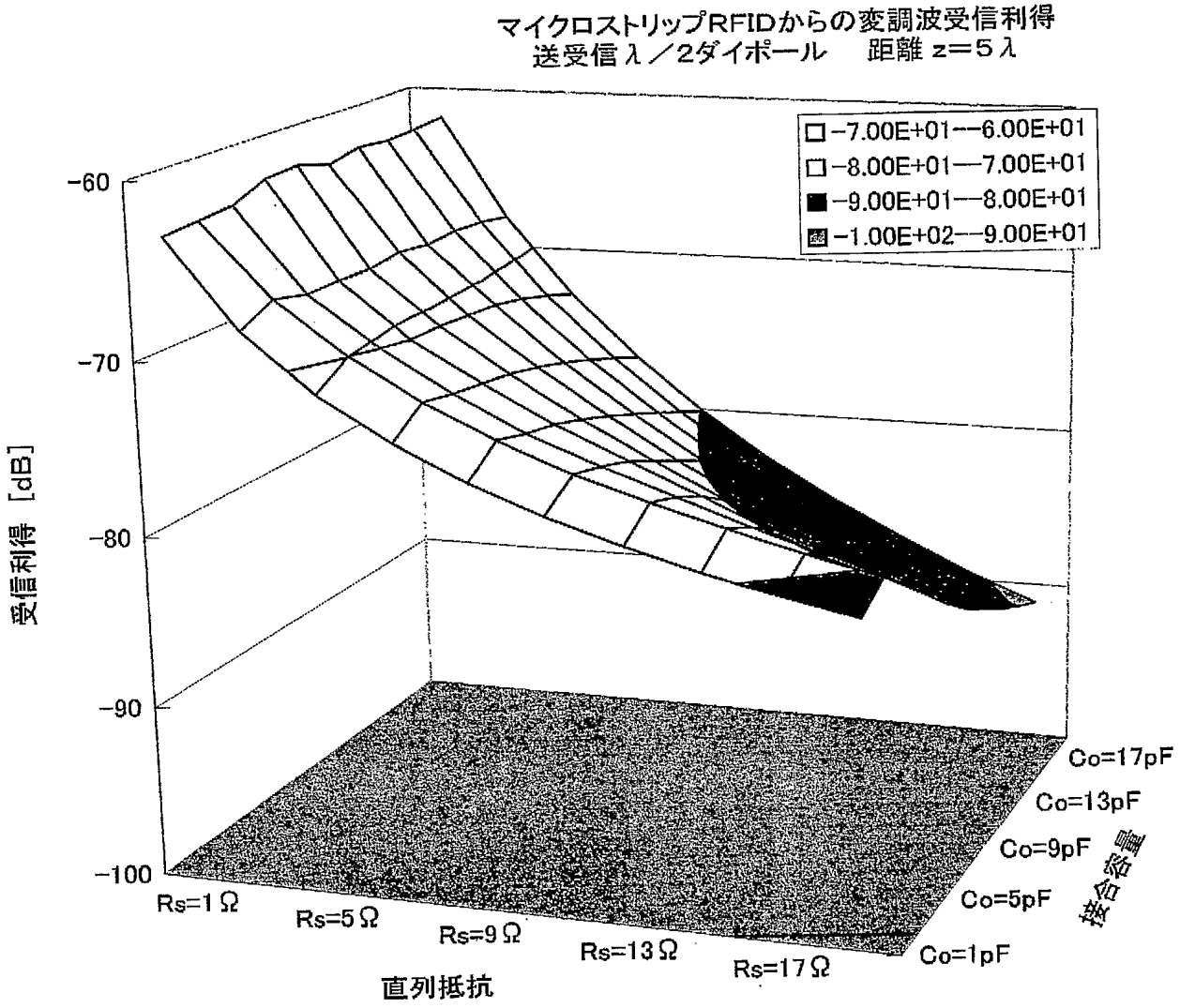
【図１９】


RFID応答受信感度周波数特性：距離　z＝5 λ
マイクロストリップ線路の幅を変化
h=0.021 λ，　R=0 Ω，Co=1 pF
W=0.0175 λ
W=0.02625 λ
W=0.035 λ
W=0.04375 λ
W=0.0525 λ
W=0.06125 λ
W=0.07 λ
-50
-60
-70
-80
-90
-100
-110
-120
[dB]
0.90
0.95
1.00
1.05
1.10
規格化周波数

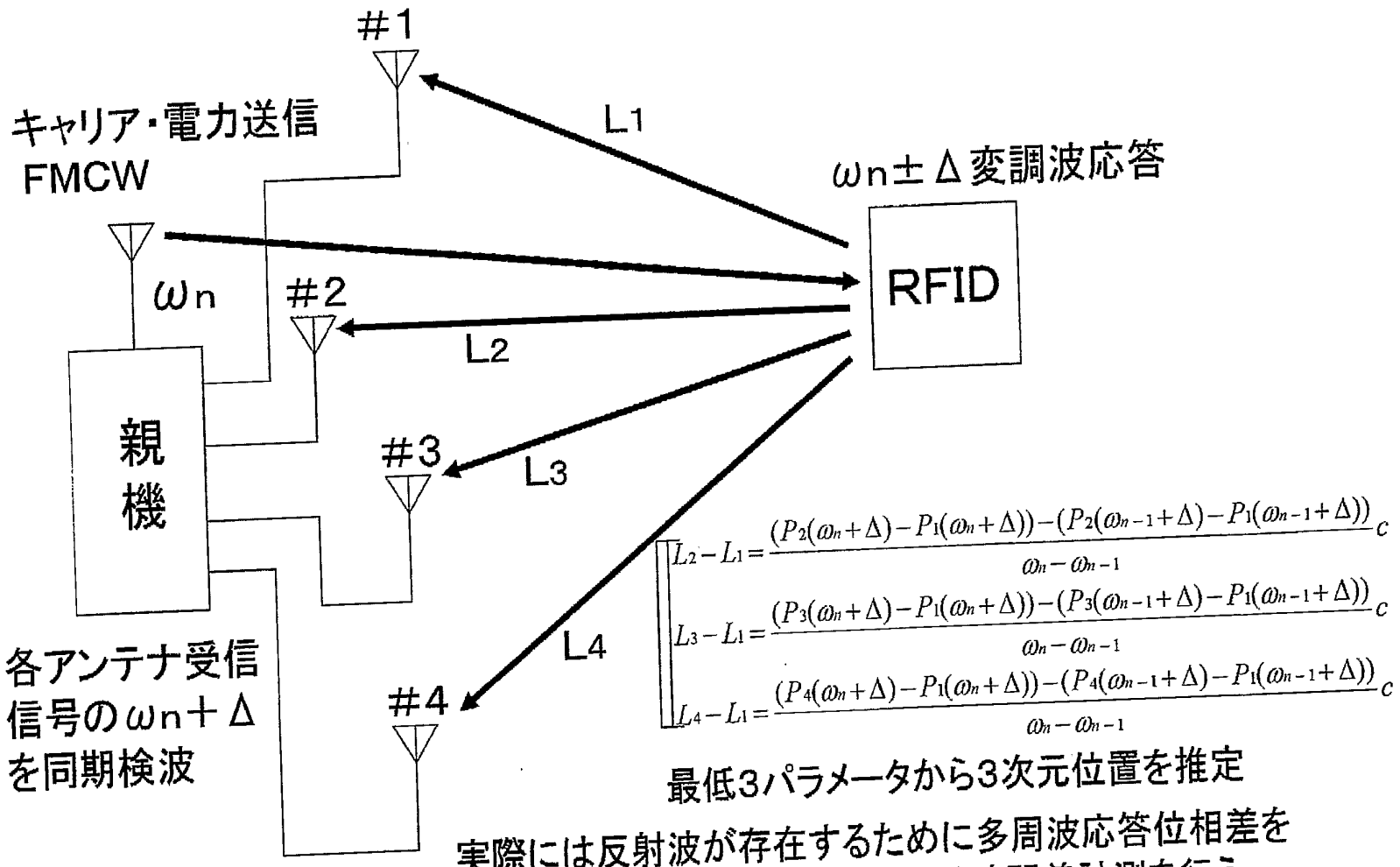
【図２０】


RFID応答感度周波数特性：　距離　z＝5λ
PINダイオードのショート抵抗Rを変化 (C-open=1pF)
Low-f: h=0.014λ,w=0.0525λ High-f: h=0.028λ, w=0.035λ
Low-f R=0Ω
Low-f R=2Ω
Low-f R=4Ω
Low-f R=6Ω
High-f R=0Ω
High-f R=2Ω
High-f R=4Ω
High-f R=6Ω
−50
−60
−70
−80
−90
−100
−110
応答受信感度 [dB]
0.90
0.95
1.00
1.05
1.10
1.15
1.20
規格化周波数

【図２１】


マイクロストリップRFIDからの変調波受信利得
送受信λ／2ダイポール　距離 z＝5λ
□−7.00E+01—6.00E+01
□−8.00E+01—7.00E+01
■−9.00E+01—8.00E+01
▨−1.00E+02—9.00E+01
−60
−70
−80
−90
−100
受信利得［dB］
Rs=1Ω
Rs=5Ω
Rs=9Ω
Rs=13Ω
Rs=17Ω
直列抵抗
Co=17pF
Co=13pF
Co=9pF
Co=5pF
Co=1pF
接合容量

FMCWキャリア送信によるRFID応答信号の受信位相差を利用した3次元位置推定



$$\begin{cases} L_2 - L_1 = \dfrac{(P_2(\omega_n+\Delta) - P_1(\omega_n+\Delta)) - (P_2(\omega_{n-1}+\Delta) - P_1(\omega_{n-1}+\Delta))}{\omega_n - \omega_{n-1}} c \\ L_3 - L_1 = \dfrac{(P_3(\omega_n+\Delta) - P_1(\omega_n+\Delta)) - (P_3(\omega_{n-1}+\Delta) - P_1(\omega_{n-1}+\Delta))}{\omega_n - \omega_{n-1}} c \\ L_4 - L_1 = \dfrac{(P_4(\omega_n+\Delta) - P_1(\omega_n+\Delta)) - (P_4(\omega_{n-1}+\Delta) - P_1(\omega_{n-1}+\Delta))}{\omega_n - \omega_{n-1}} c \end{cases}$$

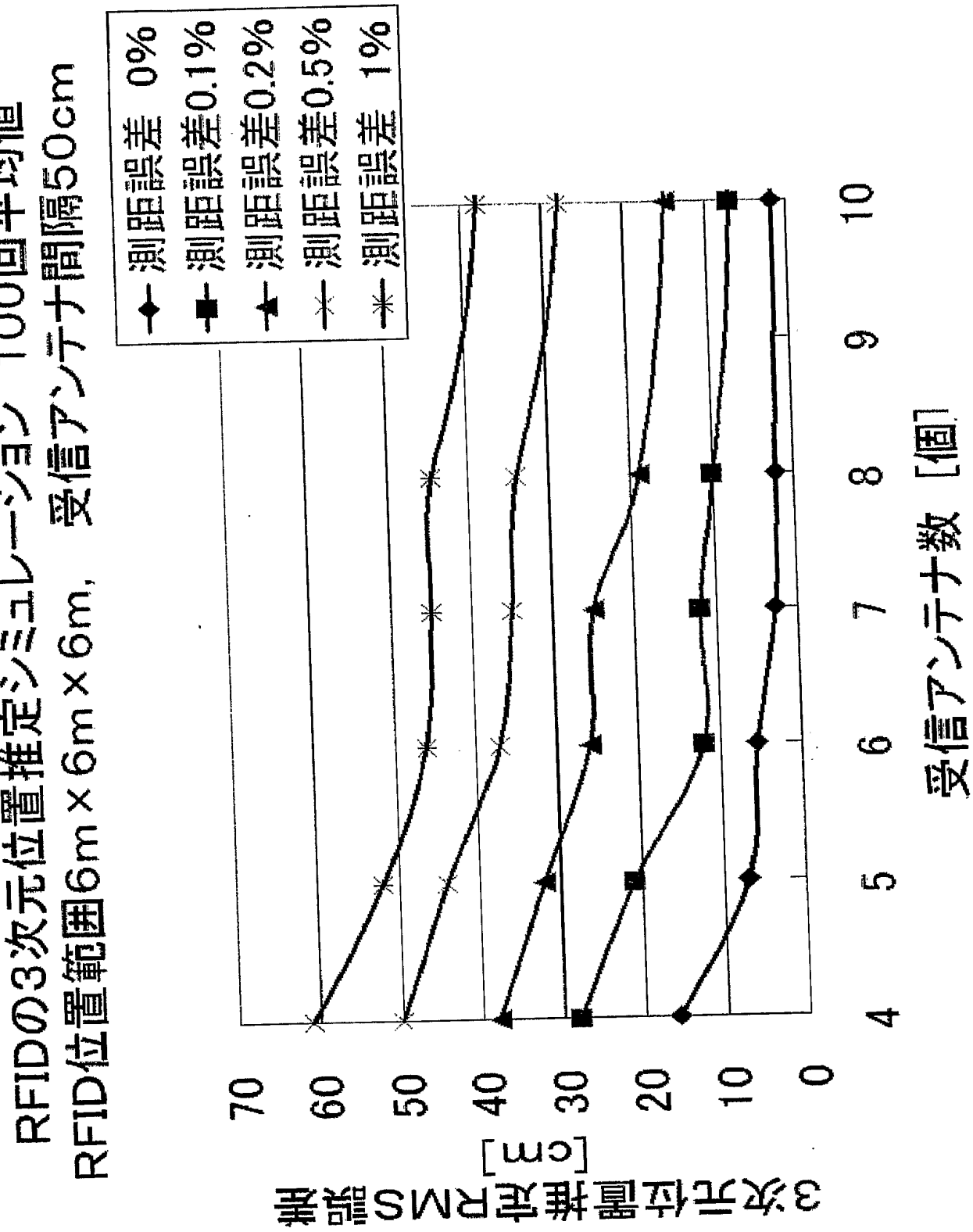
最低3パラメータから3次元位置を推定

実際には反射波が存在するために多周波応答位相差を用いたMUSICアルゴリズムによる時間差計測を行う。

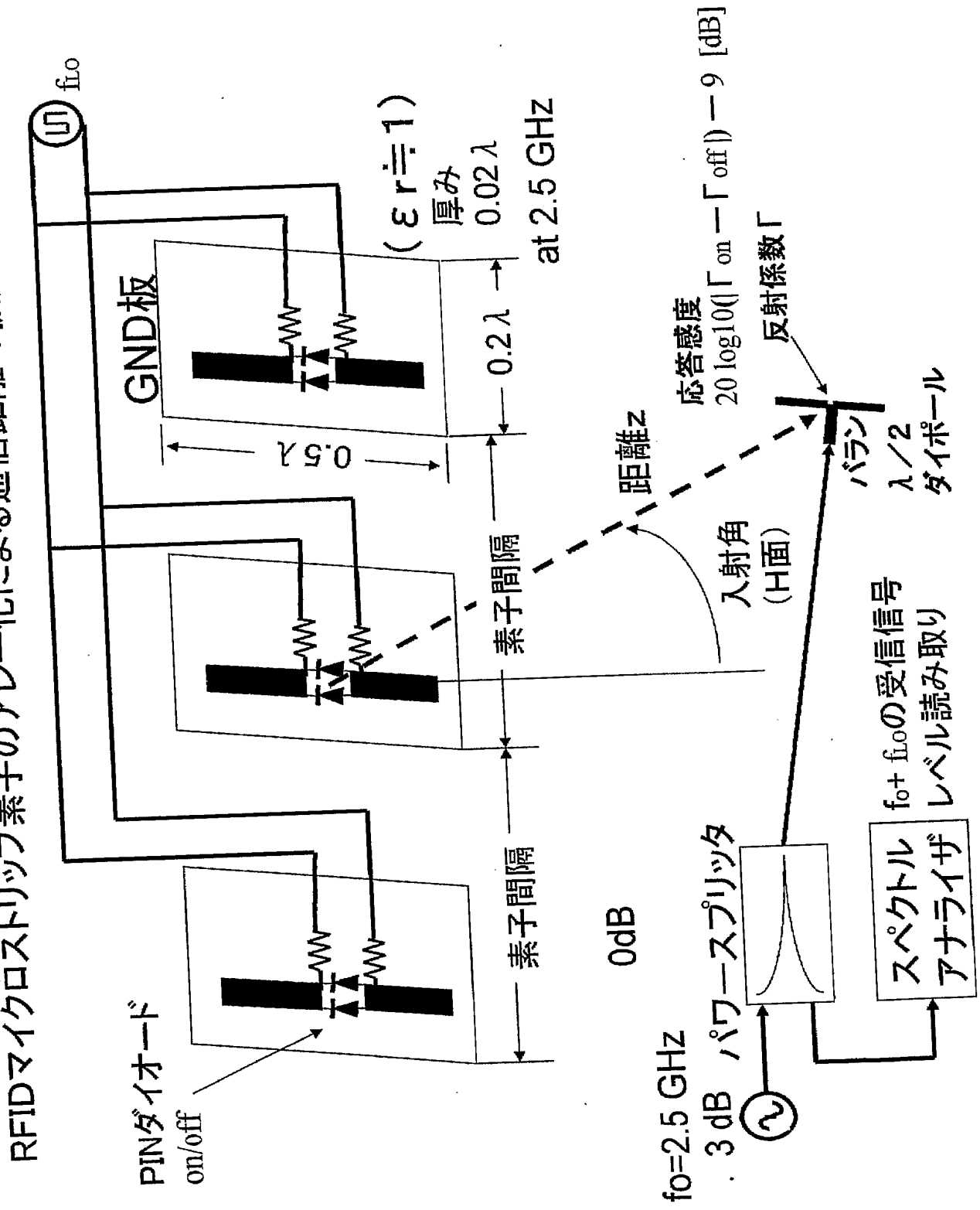
特願２００４－３０４８７６

出証特２００５－３０２９０４１

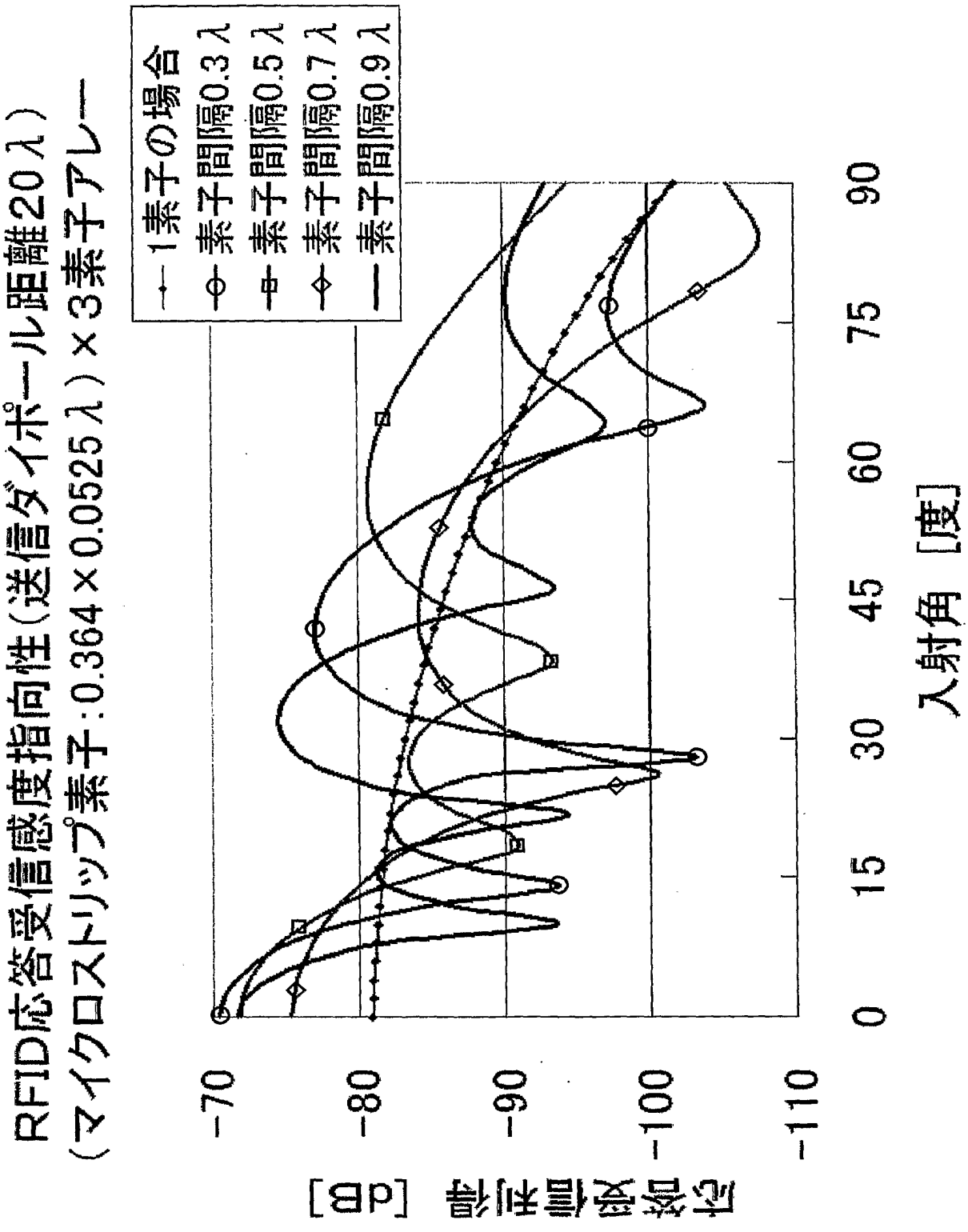
【図２３】


RFIDの3次元位置推定シミュレーション 100回平均値
RFID位置範囲6m×6m×6m, 受信アンテナ間隔50cm
測距誤差 0%
測距誤差0.1%
測距誤差0.2%
測距誤差0.5%
測距誤差 1%
3次元位置推定RMS誤差
[cm]
0
10
20
30
40
50
60
70
4
5
6
7
8
9
10
受信アンテナ数 [個]

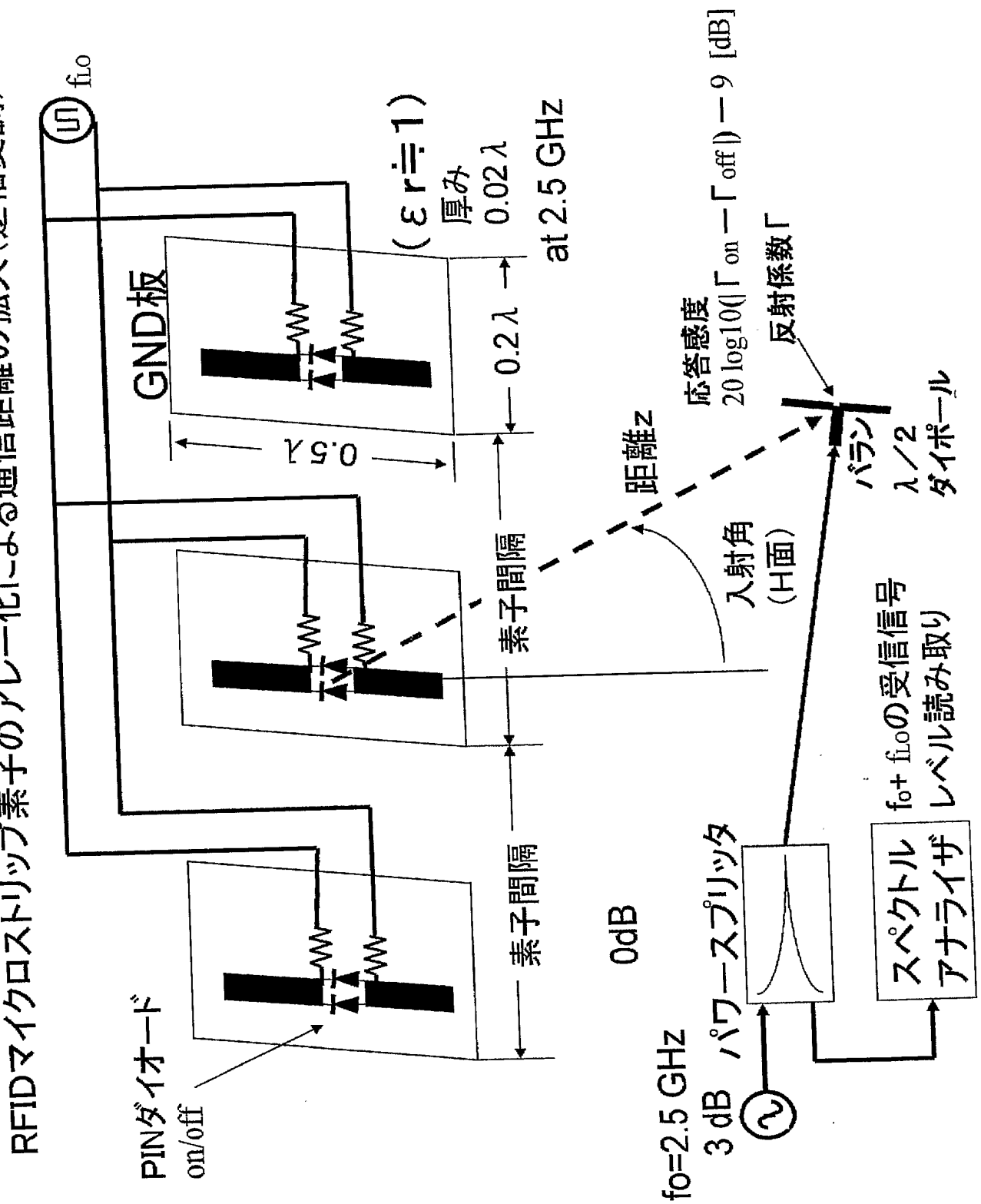
【図２４】


RFIDマイクロストリップ素子のアレー化による通信距離の拡大（同相変調）
fLo
GND板
（εr≒1）
厚み
0.02λ
at 2.5 GHz
0.2λ
0.5λ
素子間隔
素子間隔
PINダイオード
on/off
距離z
応答感度
20 log10(|Γ on − Γ off|) − 9 [dB]
反射係数Γ
入射角
（H面）
バラン
λ／2
ダイポール
0dB
fo=2.5 GHz
3 dB パワースプリッタ
fo+ fLoの受信信号
レベル読み取り
スペクトル
アナライザ

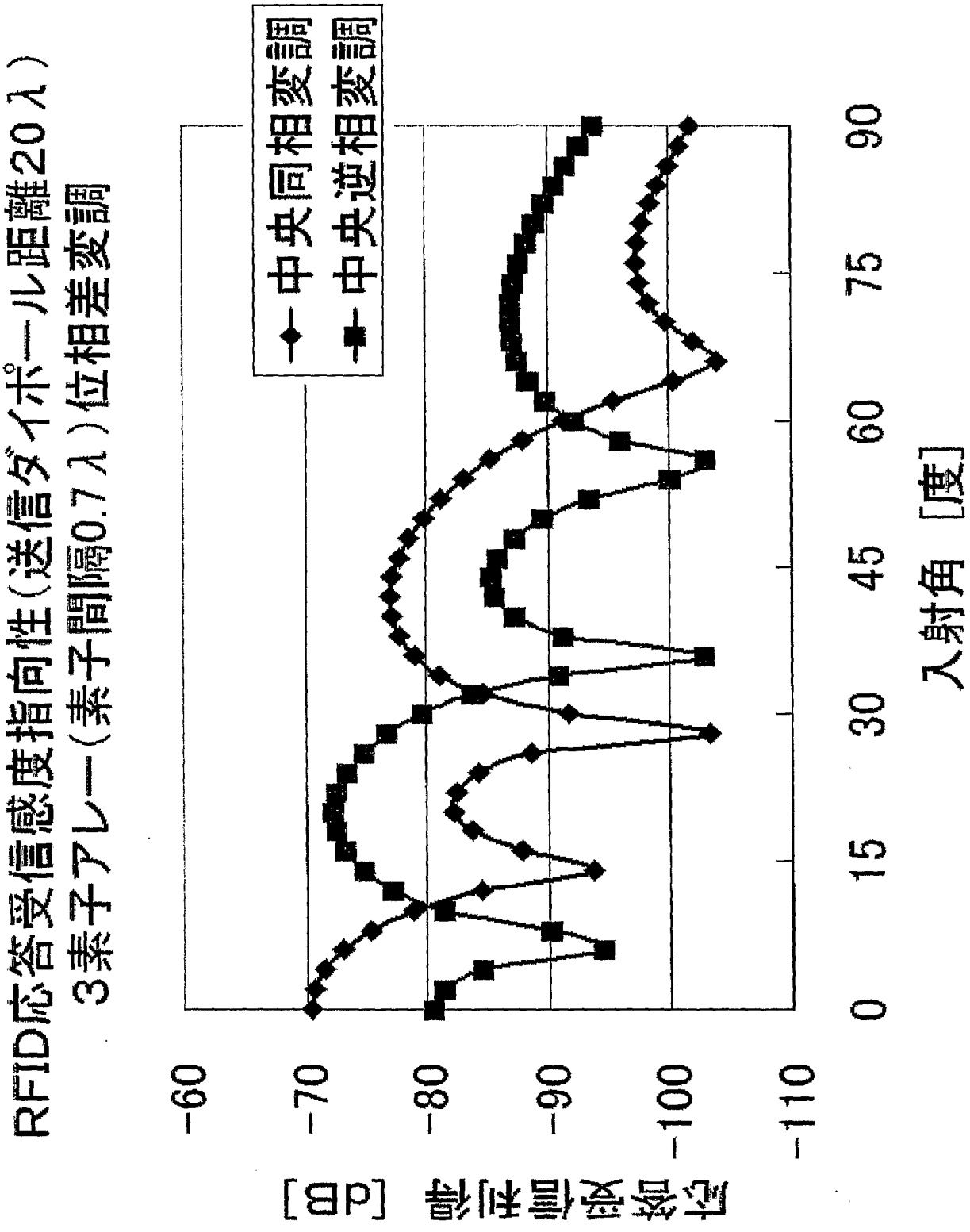
【図２５】


RFID応答受信感度指向性（送信ダイポール距離20λ）
（マイクロストリップ素子：0.364×0.0525λ）×3素子アレー
1素子の場合
素子間隔0.3λ
素子間隔0.5λ
素子間隔0.7λ
素子間隔0.9λ
応答受信利得 [dB]
−70
−80
−90
−100
−110
0
15
30
45
60
75
90
入射角 [度]

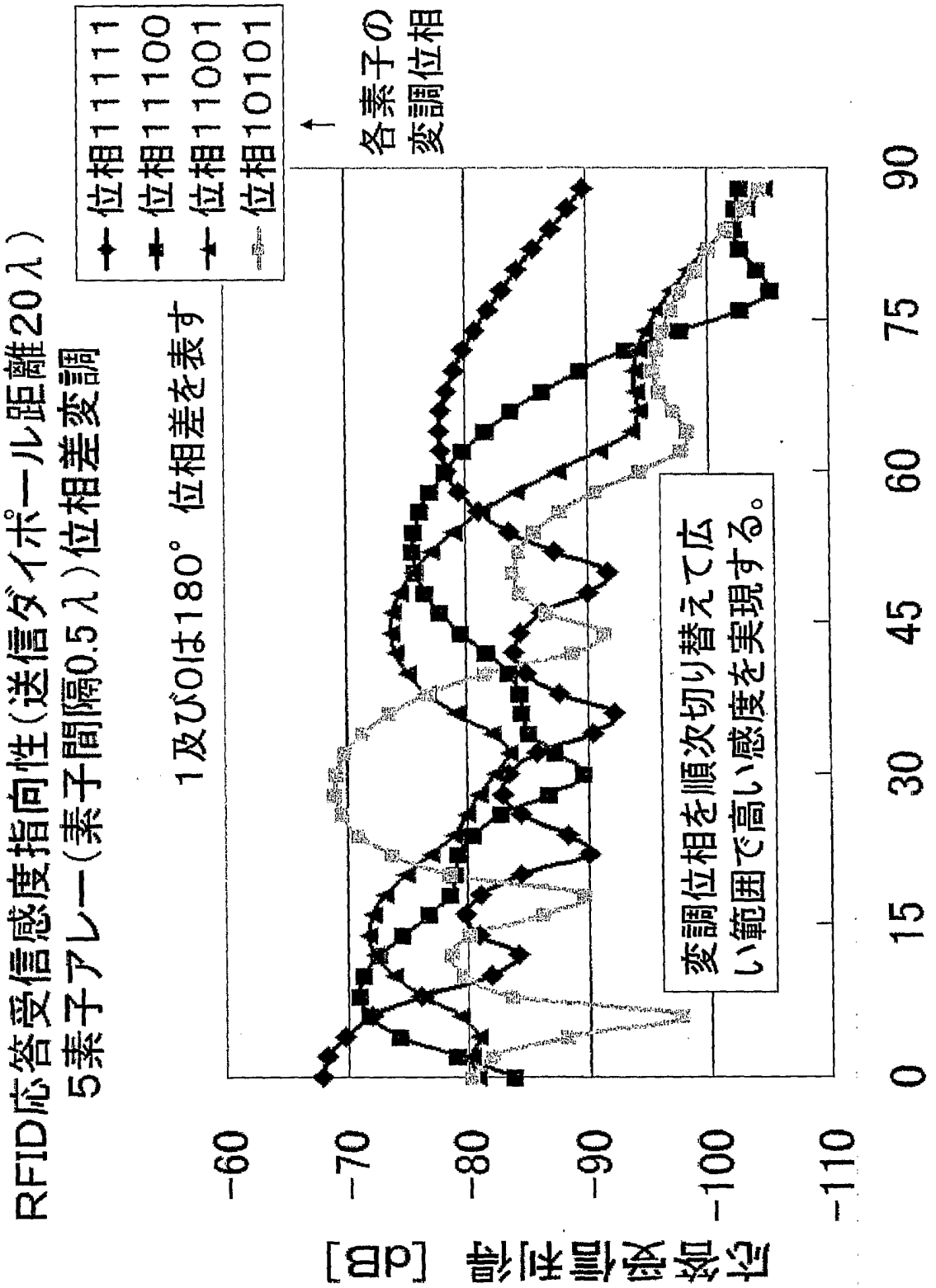
【図２６】


RFIDマイクロストリップ素子のアレー化による通信距離の拡大（逆相変調）
fLo
GND板
(εr≒1)
厚み
0.02λ
at 2.5 GHz
0.2λ
0.5λ
素子間隔
素子間隔
PINダイオード
on/off
距離z
応答感度
20 log10(|Γ on－Γ off|)－9 [dB]
反射係数Γ
入射角
(H面)
バラン
λ/2
ダイポール
0dB
fo=2.5 GHz
3 dB パワースプリッタ
fo+ fLoの受信信号
レベル読み取り
スペクトル
アナライザ

【図２７】


RFID応答受信感度指向性（送信ダイポール距離20λ）
3素子アレー（素子間隔0.7λ）位相差変調
中央同相変調
中央逆相変調
応答受信利得 [dB]
−60
−70
−80
−90
−100
−110
0
15
30
45
60
75
90
入射角 [度]

【図２８】


RFID応答受信感度指向性（送信ダイポール距離20λ）
5素子アレー（素子間隔0.5λ）位相差変調
1及びOは180° 位相差を表す
位相11111
位相11100
位相11001
位相10101
各素子の
変調位相
変調位相を順次切り替えて広
い範囲で高い感度を実現する。
受信利得 [dB]
−60
−70
−80
−90
−100
−110
0
15
30
45
60
75
90
入射角 [度]

```
real*4 ep(5),x(5),y(5),z(5),xs(5),ys(5),zs(5)
real*4 al(200),bl(200),cl(201)

iij=1234556
f0=0.05
dlh=15.0/f0      ! cm ]  (1)
na=16
write(*,10)
format(' Enter the location of x,y,z (cm) : '$)  (2)
read(*,*,end=90) xp,yp,zp

call marray(xp,yp,zp,na,cl)   (3)
do i=2,na+1
    verr=ran(iij)
    al(i-1)=cl(i)*(1.0+(verr-0.5)*0.001)-cl(1)   ! noise 0.1 %  ] (4)
end do
write(*,*) ' ⊿L(cm)',(al(i),i=1,na)
write(*,*)

call mcycle(na,dlh,al)   (5)

do i=1,5
    ep(i)=1.0e20
end do

do ix=-30,30                                                    ]
    xp=float(ix)*10.0                                           |
    do iy=-30,30                                                |
        yp=float(iy)*10.0                                       | (6)
        do iz=-30,30                                            |
            zp=float(iz)*10.0                                   ]

            call marray(xp,yp,zp,na,cl)   (7)
            do i=2,na+1
                bl(i-1)=cl(i)-cl(1)-al(i-1)   (8)
            end do

            call mcycle(na,dlh,bl)   (9)
            er=0.0
            do i=1,na
                er=er+bl(i)**2    (10)
            end do
            do i=1,5                                                    ]
                if (er .lt. ep(i)) then                                 |
                    if (i .ne. 5) then                                  |
                        do j=5,i+1,-1                                   |
                            ep(j)=ep(j-1)                               |
                            x(j)=x(j-1)                                 |
                            y(j)=y(j-1)                                 | (11)
                            z(j)=z(j-1)                                 |
                        end do                                          |
                    end if                                              |
                    ep(i)=er                                            |
                    x(i)=xp                                             |
                    y(i)=yp                                             |
                    z(i)=zp                                             |
                go to 30                                                ]
```

```
                end if
            end do
            continue
        end do
    end do
end do

do i=1,5
    xs(i)=x(i)
    ys(i)=y(i)
    zs(i)=z(i)
end do

write(*,*) ' RMS error (cm)        x              y              z   (12)
do i=1,5
    write(*,*) sqrt(ep(i)/float(na)),x(i),y(i),z(i)
end do

do m=1,5                                                        ]
    x0=xs(m)                                                    |
    y0=ys(m)                                                    |
    z0=zs(m)                                                    |
do ix=-15,15                                                    |
    xp=float(ix)+x0                                             |
    do iy=-15,15                                                |
        yp=float(iy)+y0                                         |
        do iz=-15,15                                            |
            zp=float(iz)+z0                                     |
                                                                |
            call marray(xp,yp,zp,na,cl)                         |
            do i=2,na+1                                         |
                bl(i-1)=cl(i)-cl(1)-al(i-1)                     |
            end do                                              |
                                                                |
            call mcycle(na,dlh,bl)                              |
            er=0.0                                              |
            do i=1,na                                           |
                er=er+bl(i)**2                                  |
            end do                                              |
                                                                |
            do i=1,5                                            |
                if (er .lt. ep(i)) then                         |
                    if (i .ne. 5) then                          |
                        do j=5,i+1,-1                           |
                            ep(j)=ep(j-1)                       |
                            x(j)=x(j-1)                         |
                            y(j)=y(j-1)                         |
                            z(j)=z(j-1)                         |
                        end do                                  |
                    end if                                      |
                    ep(i)=er                                    |
                    x(i)=xp                                     |
                    y(i)=yp                                     |
                    z(i)=zp                                     |
                go to 35                                        |
            end if                                              |
        end do                                                  ]  (13)
```

```
            continue
        end do
    end do
end do

end do
write(*,*)
write(*,*) sqrt(ep(1)/float(na)),x(1),y(1),z(1)   (14)

write(*,*)
go to 20

stop
end

subroutine marray(xp,yp,zp,na,cl)

real*4 cl(1)

cl(1)=sqrt(xp*xp+yp*yp+(zp+50.0)**2)
do i=2,na+1
    ixx=i/3
    iyy=i-ixx*3
    xm=float(ixx-1)*50.0-10.0
    ym=float(iyy-1)*50.0+10.0
    cl(i)=sqrt((xp-xm)**2+(yp-ym)**2+zp*zp)
end do

return
end

subroutine mcycle(na,dlh,al)

real*4 al(1)

do i=1,na
    continue
    if (al(i) .gt. dlh) then
        al(i)=al(i)-dlh
        if (al(i) .le. dlh) go to 46
        go to 40
    end if
    continue
    if (al(i) .lt. -dlh) then
        al(i)=al(i)+dlh
        if (al(i) .ge. -dlh) go to 46
        go to 45
    end if
    continue
end do

return
end
```

【図３０】

```
Enter the location of x,y,z (cm) : 152,-203,56
 ⊿L(cm)    67.67562       -38.21133       -1.487458       39.09471
-69.24731      -27.88023       16.30007       -91.74537       -46.11990
 0.9732714     -102.0754       -54.30361       -5.570741       -98.28325
-51.46763      -3.269386

 RMS error (cm)          x               y               z
 0.6834297       150.0000        -200.0000       60.00000
 0.8562734       150.0000        -190.0000       50.00000
  1.116775       150.0000        -200.0000       50.00000
  1.163736       160.0000        -230.0000       70.00000
  1.216863       160.0000        -220.0000       60.00000

 8.4395386E-02   152.0000        -203.0000       56.00000

Enter the location of x,y,z (cm) : 22,123,-89
 ⊿L(cm)    5.506481       57.46710        16.50204        -17.27929
  55.74849      14.06553        -20.41722       66.89948        28.19106
 -2.332703      89.04320        55.22502        29.83902        119.4193
  90.37129      69.39222

 RMS error (cm)          x               y               z
  1.445567       20.00000        130.0000        -90.00000
  1.754374       20.00000        130.0000        -100.0000
  1.951296       20.00000        120.0000        -80.00000
  2.345274       20.00000        120.0000        -90.00000
  2.709345       20.00000        140.0000        -100.0000

 6.2024966E-02   22.00000        123.0000        -89.00000

Enter the location of x,y,z (cm) : 60,161,5
 ⊿L(cm)   -23.45399       32.54938        -13.85323       -57.41031
  21.66080      -27.96993       -77.36571       22.85288        -26.38201
 -74.96463      36.05470        -9.367880       -51.50449       59.00156
  18.86572      -15.62937

 RMS error (cm)          x               y               z
  1.358104       60.00000        160.0000        10.00000
  1.400364       60.00000        160.0000        0.0000000E+00
  1.561480       60.00000        170.0000        0.0000000E+00
  1.779230       60.00000        170.0000        10.00000
  1.850774       60.00000        150.0000        10.00000

 4.4650473E-02   60.00000        161.0000        5.000000

Enter the location of x,y,z (cm) :
```

【書類名】要約書
【要約】
【課題】　本発明は、通信距離が短い従来のＲＦＩＤタグ装置の欠点を克服し、通信距離を従来方式の数倍以上に拡大することを目的としている。
【解決手段】　従来方式が平衡給電・平衡変調（アンテナ動作に対して２端子回路）であるのに対して、本発明は、不平衡給電、平衡変調（アンテナ動作に対して３端子回路）とし、従来方式が受信したＲＦ信号の単純整流であるのに対して、本発明では、スタブ共振によるインピーダンス変換昇圧方式とラダー昇圧方式を組み合わせた回路を採用し、従来方式がＡＳＫ又はＢＰＳＫ変調であるのに対して、受動変調でありながらＱＰＳＫ変調回路も採用することができる。
【選択図】図２

認定・付加情報

特許出願の番号	特願２００４－３０４８７６
受付番号	５０４０１７８５４２２
書類名	特許願
担当官	第七担当上席　００９６
作成日	平成１６年１０月２２日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】　平成16年10月19日

特願２００４－３０４８７６

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　［５０３０６６９５２］

１．変更年月日　２００３年　２月１９日
［変更理由］　新規登録
住　所　宮城県仙台市青葉区南吉成六丁目６番地の３
氏　名　株式会社インテリジェント・コスモス研究機構